



## **Abildtrup dambrug - et modeldambrug under forsøgsordningen: statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet**

**Svendsen, L.M.; Sortkjær, O.; Ovesen, N.B.; Skriver, J.; Larsen, S.E.; Pedersen, Per Bovbjerg; Rasmussen, Richard Skøtt; Dalsgaard, Anne Johanne Tang**

*Publication date:*  
2007

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Svendsen, L. M., Sortkjær, O., Ovesen, N. B., Skriver, J., Larsen, S. E., Pedersen, P. B., Rasmussen, R. S., & Dalsgaard, A. J. T. (2007). *Abildtrup dambrug - et modeldambrug under forsøgsordningen: statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet*. Danmarks Fiskeriundersøgelser. DFU-rapport No. 174-07  
[http://www.difres.dk/dk/publication/files/24092007\\$174-07\\_Abildtrup%20Dambrug.pdf](http://www.difres.dk/dk/publication/files/24092007$174-07_Abildtrup%20Dambrug.pdf)

---

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# **Abildtrup Dambrug**

## **- et modeldambrug under forsøgsordningen**

### **Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet**

Lars M. Svendsen, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet  
Ole Sortkjær, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet  
Niels Bering Ovesen, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet  
Jens Skriver, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet  
Søren Erik Larsen, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet  
Per Bovbjerg Pedersen, Danmarks Fiskeriundersøgelser, DTU  
Richard Skøtt Rasmussen, Danmarks Fiskeriundersøgelser, DTU  
Anne Johanne Tang Dalsgaard, Danmarks Fiskeriundersøgelser, DTU

August 2007  
ISBN: 978-87-7481-041-4

DFU-rapport nr.: 174-07

## 0 Sammenfatning

De samlede miljømæssige fordele ved modeldambrug er mangetallige, som blandt andet oplistet vedrørende især uhindret faunapassage i Dambrugsudvalgets rapport:

Vandløbet	Dambruget
<b>Fordele:</b> "Død å"-strækning fjernes Øget vandføring i dambrugenens omløb Påvirkning af opstemning opstrøms reduceres, fjernes evt. helt Naturlige variationer i vandløbets vandføring opretholdes i omløbene Indtrængen af naturlig fauna i dambrugen reduceres Passageproblemer ved dambrugenens opstemninger og vandindtag, herunder afgitring, indretning af faunapassage (både op- og nedstrøms), opstemning m.v. løses langt nemmere Udledning af medicin og hjælpestoffer reduceres Maksimumskoncentrationer af medicin og hjælpestoffer i vandløbene formindskes Fald i vandløbets iltindhold nedstrøms reduceres/undgås  <b>Ulemper:</b> Ingen	<b>Fordele:</b> Stabile produktionsforhold Påvirkninger fra variationer i indløbsvandets kvalitet reduceres eller elimineres Øget effekt af renseforanstaltninger Ved brug af drænvand/grundvand kan opnås højere vandtemperaturer om vinteren og lavere om sommeren Bedre muligheder for styring af management og produktionsmiljøet Reduceret smittepres Reduceret behov for anvendelse af medicin og hjælpestoffer, herunder kalkning Bedre arbejdsmiljø  <b>Ulemper:</b> Højere energiforbrug pr. kilo produceret fisk Øget udledning af CO <sub>2</sub> Risiko for opbygning af skadelige ammoniakkoncentrationer Øget behov for overvågning og styring af driftsforholdene Øget behov for backup-systemer: strøm, iltforsyning, pumper m.v.

I denne statusrapport for Abildtrup Dambrugs første driftsår som modeldambrug, beskrives de opnåede resultater fra monitoringsprojektets måle- og dokumentationsprogram, der har til formål at fremskaffe dokumentation for dambrugenens rensning og udledning af næringsstoffer og organisk stof. Konklusionerne er foreløbige og endelige konklusioner kan først drages når begge måleårs resultater er behandlet.

### Produktionsforhold

Abildtrup Dambrug har i perioden 25. august 2005 til 24. august 2006 anvendt 163,3 tons foder med en beregnet produktion på 173,4 tons fisk (inkl. døde), hvilket giver en foderkvotient på 0,942. Frases foderforbrug i sættefiskeanlæg og kummehus har der været anvendt 139,1 tons foder med en beregnet produktion på 148,6 tons fisk (inkl. døde) med en foderkvotient på 0,936.

Der har på anlægget været indkøringsvanskeligheder, tillæring til ny produktionsform, ny teknologi og nye problemstillinger vedr. drift og sygdomme, hvorved flere driftsuheld har ramt produktion. Dambruget

har således slet ikke udnyttet sin fulde foderkvote på 410 t/år i det første driftsår. Anlægget og driften heraf forekommer nu at være mere stabil.

## Vandforbrug

Abildtrup Dambrug indtager nu vand alene fra borer. Af en indvindingstilladelse på 61,5 l/s er der i gennemsnit anvendt 21,9 l/s i det første måleår. Der har været en betydelig recirkulering (recirkuleringsgrad ca. 97 %). Før ombygning måtte der indtages 500 l/s fra Vorgod Å, der på strækningen har et medianminimum på 910 l/s, således vandforbruget har svaret til godt 2 % heraf. Grundet et vandtab over plantelagunen på 42 % er der kun udledt 12,5 l/s via afløbet fra dambruget til Vorgod Å.

## Rensegrader

Ved forarbejdet til bekendtgørelse om modeldambrug m.v. blev der forudsat nogle rensegrader for organisk stof og næringsstoffer på modeldambrug. En sammenstilling af de i bekendtgørelsen for modeldambrug forudsatte og de opnåede nettorensgrader i 1. måleår på Abildtrup Dambrug ser således ud:

	Forventet	Opnået
<b>Organisk stof (BI<sub>5</sub>)</b>	75 %	95 %
<b>Total kvælstof (inkl. omsætning plantelaguner)</b>	41 %	65 %
<b>Total fosfor</b>	60 %	89 %

I det ovennævnte skal der tages højde for at der i første driftsår mistes 42 % af vandtilførslen til plantelagunen formodentligt primært ved nedsivning, og der med dette vand må antages at følge nogle opløste stoffer, men det har ligget udenfor projektets formål at undersøge skæbnen for disse stoffer. De angivne rensegrader er derfor maksimums værdier, da noget af det nedsivende stof kan nå vandløbet. Dette ændrer dog ikke ved, at de opnåede rensegrader er noget højere end de forudsatte. Det samlede produktionsanlæg med dets slamkegler og biofiltre fjerner netto især ammonium (60 %), fosfor (68 %), og organisk stof (64-72 %). Til gengæld fjernes kun 12 % af tilført total kvælstof (ammonium omsættes til nitrit og nitrat). Plantelagunerne fjerner ganske effektivt tilført organisk stof (66 % af COD og 82 % af BI<sub>5</sub>) og suspenderet stof (75 %) og mere end halvdelen af tilført NO<sub>2,3</sub>-N (57 %) og total fosfor (51 %). Endvidere fjernes 30 % af ammonium-kvælstof og 39 % orthofosfat. Der skal tages højde for at det relativt store tab af vand, der nedsiver over plantelagunen kan føre en del opløste med sig således at rensegraderne er et maksimumsmål.

Omvendt skal der gøres opmærksom på, at produktionsbidraget formodentligt er undervurderet, hvilket i givet fald vil øge de beregnede rensegrader/stoftilbageholdelser. Der er anvendt de standardværdier for indhold af kvælstof og fosfor i ørred som foreskrives men som sandsynligvis er for høje, ligesom der kan være ændrede forhold vedrørende fordøjelighed, BI<sub>5</sub>/COD-forhold og måske foderspild. Dette vil blive nærmere belyst til 2. års statusrapport.

## Specifik udledning

Ifølge Miljøstyrelsens opgørelse for ferskvandsdambrug udledtes der i 2003 3.098 t  $\text{BI}_5$ , 1.119 t total kvælstof og 90 t total fosfor ved en produktion på 29.434 t ørreder, svarende til gennemsnitlige specifikke udledninger som angivet i nedenstående tabel:

	Specifik udledning – netto (kg/t fisk produceret)		Abildtrup Dambrug i % af gennemsnit DK
	Gennemsnit Danmark	Abildtrup Dambrug - 1. måleår	
<b>Organisk stof (<math>\text{BI}_5</math>)</b>	105,3	3,7	4 %
<b>Total-N</b>	38,0	13,1	34 %
<b>Total-P</b>	3,1	0,8	26 %

Der er ikke korrigeret for evt. stof der følger med nedsivningsvandet.

Som det fremgår, er der meget markant reduceret specifik udledning af især organisk stof sammenlignet med gennemsnittet af danske ferskvandsdambrug men også for total kvælstof og total fosfor er der tale om en betydelig reduktion.

## Overholdelse af udlederkrav jf. Ringkjøbing Amts miljøgodkendelse

I miljøgodkendelsen har Ringkjøbing Amt opstillet en række kontrolparametre med tilhørende kravværdi.

Kontrolparameter	Kravværdi i Miljøgodkendelse	Justeret kravværdi	Udledning, beregnet efter Bekendtg. om modeldambrug	Teoretiske kravværdier jf. Dambrugsbekendtgørelsen
Susp. stof	129,6 kg d <sup>-1</sup>	113,7 kg d <sup>-1</sup>	-4,54	129,6 kg d <sup>-1</sup> (3)
$\text{NH}_4^+\text{-n}$	3,25 mg l <sup>-1</sup>	-	3,5	3,25 mg l <sup>-1</sup> (0,4)
Total-N	25,92 kg d <sup>-1</sup>	19,12 kg d <sup>-1</sup>	2,54	25,92 kg d <sup>-1</sup> (0,6)
Total-P	2,16 kg d <sup>-1</sup>	1,26 kg d <sup>-1</sup>	0,182	2,16 kg d <sup>-1</sup> (0,05)
$\text{BI}_5$	8,13 mg l <sup>-1</sup>	-	3,9	8,13 mg l <sup>-1</sup> (1,0)

Ved sammenligning af kolonne to og fem ses det, at kravværdierne kompenserer helt for det reducerede vandforbrug på dambruget. I den fjerde kolonne er opgivet Abildtrup Dambrugs udledning beregnet efter modeldambrugsbekendtgørelsen, og det ses, at kravene for fire parametre overholdes mens ammonium kvælstof lige overskrides.

## Fauna og faunaindex

Dansk Vandløbs Fauna Index (DVFI) er opgjort således:

	DMU/Amt	Vorgod Å opstrøms	Abild Å opstrøms	Vorgod Å nedstrøms
December 2004	DMU	4 *	7	7
Marts 2005	Ringkøbing Amt	7 **	7	7
Oktober 2005	DMU	7**	7	7
Marts 2006	Ringkøbing Amt	7 **	7	6
April 2006	DMU	7 **	7	7

- \* prøve indsamlet på en lokalitet 2 km opstrøms Abildtrup Dambrug
- \*\* prøve indsamlet på en lokalitet ca. 400 meter opstrøms for dambruget.

Målsætningen i Vorgod Å op- og nedstrøms Abildtrup Dambrug, som er DVFI 5 med en optimal faunaklasse på 7, har været opfyldt hver gang, undtagen ved målingen opstrøms i december 2004 på en fysisk dårlig målelokalitet, som siden ikke er anvendt. Ellers har faunaklassen været 7, dvs. høj biologisk kvalitet op- og nedstrøms dambruget både før og i løbet af det første måleår.

### Diskussion og primære udeståender

Der er tale om resultater fra 1. måleår og der er behov for resultater fra 2. måleår før der kan drages endelig konklusioner. De opnåede rensegrader og den resulterende lave specifikke udledning for suspenderet og organisk stof samt fosfor ser meget lovende ud og har været betydeligt bedre end forudsat. For kvælstof er der også tale om god rensning, mens der for især ammonium-kvælstof kan være behov for en forbedret intern omsætning. Omsætning af ammonium kan blive afgørende for evt. at kunne opnå øget foderforbrug. Resultaterne må forventes at være påvirket af væsentligt lavere foderforbrug end tilladt samt driftsuheld, hvor alle fisk i produktionsanlægget døde.

En del af den stofmængde, der føres over i slambassinerne fra produktionsanlæggets slamkegler og biofiltre transporteres igen med klaringsvandet til plantelagunerne. Det synes derfor at kunne være hensigtsmæssigt at øge stoftilbageholdelsen i slambassinerne.

Vandtabet over plantelagunen påvirker beregningen af nogle af rensegraderne, der kan blive overvurderede, idet især opløste stoffer som ammonium og orthofosfat kan trænge med vandet nedenud af lagunen.

# 1 Indledning

Som et af resultaterne fra det af fødevareministeriet nedsatte dambrugsudvalg (Udvalget vedr. dambrugserhvervets udviklingsmuligheder) blev der i dette udvalgs rapport, marts 2002 (*Dambrugsudvalget, 2002*), peget på muligheden af etablering af mere ensartede type-dambrug eller såkaldte modeldambrug.

Det ensartede koncept i modeldambrugene skulle muliggøre, at dokumentation samt viden og erfaring indhentet herpå, kunne finde anvendelse på andre modeldambrug af samme type, således at såvel drift som sagsbehandling, tilladelser m.v. kunne smidiggøres.

I såvel sideløbende som efterfølgende arbejder (eks.: Pedersen P.B. et al. 2003; Svendsen, L.M. & Pedersen, P.B.; 2004) samt notater og Bekendtgørelser (*Bekendtgørelse om modeldambrug, 2002* og *Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om modeldambrug, 2004*) er de nærmere specifikationer og krav til modeldambrug blevet defineret og fastlagt.

Tre typer modeldambrug er beskrevet (type 1, 2 og 3), hvor der for type 2 og 3 er åbnet for en deltagelse under en 2-årig forsøgsordning, i hvilken periode monitoring af den resulterende miljømæssige effekt skulle måles.

Ingen dambrug har ønsket ombygning til type 2 under forsøgsordningen, mens 8 dambrug af type 3 blev udvalgt til deltagelse i denne. Abildtrup Dambrug er et af disse.

Det skal understreges, at listen over miljømæssige fordele ved modeldambrugsdrift er lang, som opgjort i Dambrugsudvalgets rapport jvf. nedenstående tabel.

Disse miljømæssige fordele opnås under alle omstændigheder ved etablering af modeldambrug. Formålet med monitoringsprojektet er således alene at udvikle og gennemføre et specificeret måleprogram for modeldambrug, baseret på kravene om målinger i Miljøministeriets "*Bekendtgørelse om modeldambrug (2002)*" og "*Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om modeldambrug (2004)*" for derigennem at fremskaffe den fornødne dokumentation for dambrugenens rensning samlet og for de enkelte renseforanstaltninger og for udledning af næringsstoffer og organisk stof, herunder for overholdelse af udlederkravene. Ifølge bekendtgørelsen skal DMU og DFU opstille et måleprogram, der skal tilvejebringe den omtale dokumentation.

De otte modeldambrug monitoreres derfor løbende af DMU og DFU over en 2-årig driftsperiode. På nogle dambrug, de såkaldte intensivt monitorerede, måles der over alle de forskellige dele af dambruget, hertil hører Abildtrup Dambrug, mens der på andre måles samlet over produktionsanlægget under et. Dette arbejde er blevet udført på baggrund af bevilling fra Fødevareministeriets Direktorat for FødevareErhverv via FIUF-midler, og er således støttet med 50 % fra den Danske Stat og 50 % fra EU. Der takkes hermed for den tildelte bevilling.

<b>Vandløbet</b>	<b>Dambruget</b>
<b>Fordele:</b> "Død å"-strækning fjernes Øget vandføring i dambrugen omløb Påvirkning af opstemning opstrøms reduceres, fjernes evt. helt Naturlige variationer i vandløbets vandføring opretholdes i omløbene Indtrængen af naturlig fauna i dambrugene reduceres Passageproblemer ved dambrugen opstemninger og vandindtag, herunder afgitring, indretning af faunapassage (både op- og nedstrøms), opstemning m.v. løses langt nemmere Udledning af medicin og hjælpestoffer reduceres Maksimumskoncentrationer af medicin og hjælpestoffer i vandløbene formindskes Fald i vandløbets iltindhold nedstrøms reduceres/undgås  <b>Ulemper:</b> Ingen	<b>Fordele:</b> Stabile produktionsforhold Påvirkninger fra variationer i indløbsvandets kvalitet reduceres eller elimineres Øget effekt af renseforanstaltninger Ved brug af drænvand/grundvand kan opnås højere vandtemperaturer om vinteren og lavere om sommeren Bedre muligheder for styring af management og produktionsmiljøet Reduceret smittepres Reduceret behov for anvendelse af medicin og hjælpestoffer, herunder kalkning Bedre arbejdsmiljø  <b>Ulemper:</b> Højere energiforbrug pr. kilo produceret fisk Øget udledning af CO <sub>2</sub> Risiko for opbygning af skadelige ammoniakkoncentrationer Øget behov for overvågning og styring af driftsforholdene Øget behov for backup-systemer: strøm, iltforsyning, pumper m.v.

Dokumentations- og monitoringsprojekt følges af en følgegruppe bestående af:

Niels Axel Nielsen, Fmd., direktør DFU

Torben Moth Iversen, vicedirektør DMU

Knud Larsen, Fødevareministeriet

Gitte Larsen, Skov- og Naturstyrelsen

Lars Christensen Clink, Direktoratet for FødevareErhverv – i januar 2007 erstattet af Henrik Haarh

Jens Ole Frier, Ålborg Universitet

Jacob Larsen, Ringkjøbing Amt, fra 1.1.2007 Holstebro Kommune

Henning Christiansen, Ribe Amt, i januar 2007 erstattet af Lenny Stølborg, Ikast-Brande Kommune

Lisbeth Jess Plesner, Dansk Akvakultur

Helge A. Thomsen, Danmarks Fiskeriundersøgelser

samt Per Bovbjerg Pedersen, Danmarks Fiskeriundersøgelser og Lars M. Svendsen, Danmarks Miljøundersøgelser.



Det er i følgegruppen blevet besluttet, at publiceringen af det første måleårs resultater på det enkelte dambrug sker af to omgange, h.h.v. i december 2006 (tre statusrapporter) og i forår/sommer 2007 (fem statusrapporter).

Nærværende statusrapport indeholder alene målinger for Abildtrup Dambrug.

Sluttelig skal der lyde en stor tak til alle andre involverede personer, institutioner m.v. som på hver sin vis har bidraget i det store arbejde. Specifikt takkes dambrugsejer Kjeld Jensen og senere Jens og Kaj Jensen og deres medarbejdere på dambruget samt teknisk personale ved DMU: Uffe Mensberg, Henrik Stenholt, Ane Kjeldgaard, Zdenek Gavor, Marlene Jessen og Carsten Nielsen og ved DFU: Tommy Nielsen, Peter Faber, Torben Filt Jensen, Ole Madvig Larsen, Jesper Knudsen, Milan Pavlovic og Erik Poulsen.

## 2 Beskrivelse af dambruget

### 2.1 Indretning

Abildtrup Dambrug (Herningvej 45, Barde, 6920 Videbæk) er beliggende ved Vorgod Å, der er en del af Skjern Å-systemet. Skjern Å har sit udløb i Ringkøbing Fjord, og et samlet opland på ca. 2.400 km<sup>2</sup>. Ved dambruget er medianminimumvandføringen på 910 l/s nedstrøms for dambruget (*Miljøgodkendelse 2003, Ringkøbing Amt*).

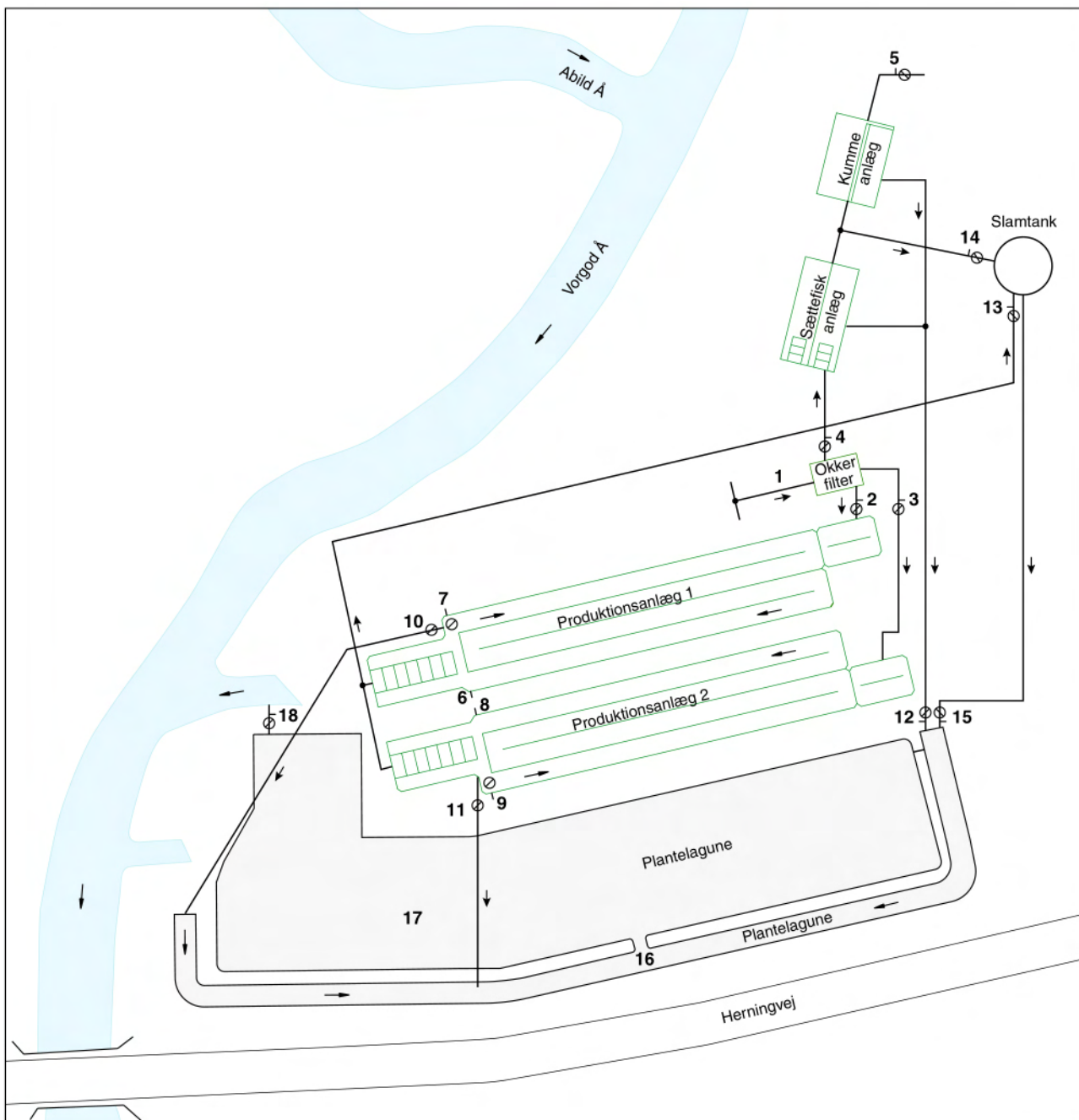
Dambruget er indrettet som et modeldambrug type III A (*Pedersen et. al., 2003*).

Dambruget består af 2 ens opbyggede produktionsenheder kaldet produktionsanlæg 1 og 2 i figur 1, der hver er underopdelt i 8 sektioner. I både produktionsanlæg 1 og 2 ledes det recirkulerede vand igennem et biofilter, der er opdelt i 7 sektioner. Derudover er der 2 leveredamme i enden af både produktionsenhed 1 og 2. Der er desuden et sættefiskeanlæg med biofiltre og et kummeanlæg, der hører med til det samlede modeldambrug, hvis afløb ledes til plantelagunen. Figur 1 er en principkitse af dambrugets opbygning med angivelse af vandflow.

Vandet bringes til at cirkulere i produktionsenhederne ved air-lift princippet, dvs. ved at den beluftning, som tilfører ilt til vandet, også løfter dette nogle centimeter. Beluftningen sker i såkaldte belufter-brønde.

Slam opsamles i pyramideformede slamkegler i bunden af de to produktionsanlæg og i sættefiskeanlægget og pumpes sammen med skyllevand fra biofiltrene og oppumpet slam fra kummehuset op i en slamtank (storgyllebeholder i metal). Afløbsvand fra de to produktionsanlæg, sættefiskeanlægget, kummeanlægget og klaret vand fra slamtanken ledes til en plantelagune, efter passage af hvilken det efterfølgende løber til åen. Plantelagunen består af en del af de oprindelige jorddamme, kanaler og bundfældningsbassiner.

Hver produktionsenhed er ca. 95 meter lang og 20 meter bred med en vanddybde på ca. 0,95 meter. Inkl. leveredamme, kanaler og filtre er der i alt ca. 4.300 m<sup>3</sup> vand i produktionsanlægget, og der er ca. 1.000 m<sup>3</sup> vand i slamtanken og 350 m<sup>3</sup> i sættefiskeanlægget (der er ikke noget estimat af vandmængden i kummehuset men det bidrager meget lidt til det samlede vandvolumen på dambruget). Plantelagunen har et areal på ca. 4.900 m<sup>2</sup> med en middeldybde på ca. 0,8 m. Totalt har dambruget et vandvolumen på godt 9.500 m<sup>3</sup>. Med et samlet vandindtag på gennemsnitligt 19,6 l/s i det første måleår eksklusiv fra kummehuset har der været en gennemsnitlig opholdstid på ca. 135 timer over dambruget. Opholdstiden for produktionsanlægget inkl. sættefiskeanlæg kan beregnes til ca. 80 timer, men da det kun er den ene af produktionsenhederne inkl. sættefiskeanlægget, der har været i drift i det første måleår, er den reelle opholdstid kun ca. det halve, svarende til ca. 50 timer. Den forudsatte minimums opholdstid i produktionsanlægget for modeldambrug type III er på 18,5 timer (*Bekendtgørelse som modeldambrug, 2002*).



**Figur 1** Abildtrup Dambrug, opbygning og vandflow (ikke målfast). Biofiltrene i produktionsanlæg 1 og 2 sidder i den indsnævrede del heraf. Position af slamkegler og beluftning i produktionsanlæggene er ikke markeret. Nr. angiver målesteder som listet i tabel 1.

Nr.	Sted på dambruget	Målevariabel
1	Vandindtag fra dræn	K, S
2	Indløb, produktionsanlæg 1	K, F, S
3	Indløb, produktionsanlæg 2	K*, F, S*
4	Indløb, sættefiskanlæg	K*, F, S*
5	Vandindtag fra boring til kummeanlæg	F
6	Opstrøms biofilter, produktionsanlæg 1	K, S
7	Nedstrøms biofilter, produktionsanlæg 1	K, H, F, V, S
8	Opstrøms biofilter, produktionsanlæg 2	K, S
9	Nedstrøms biofilter, produktionsanlæg 2	K, H, F, V, S
10	Udløb produktionsanlæg 1 (nedstrøms biofilter)	F
11	Udløb produktionsanlæg 2 (nedstrøms biofilter)	F
12	Udløb, sættefiske- og kummeanlæg	K, F, S
13	Til slamtank fra produktionsanlæggene	K, F, V
14	Til slamtank fra sættefiske- og kummeanlæg	K, F
15	Udløb klaret slamvand	K, F, S
16	Plantelagune, øvre del	S
17	Plantelagune, midt	S
18	Udløb plantelagune/dambrug	K, F, V, S, N

**Tabel 1** Oversigt over målepunkter på Abildtrup Dambrug i det første måleår. Tallene til højere refererer til det konkrete målepunkt på figur 1. Der anvendt følgende forkortelser: K: Prøvetagning for kemiske analyser. F: Vandmængde. H = vandhastighed; V = vandstand og S: Ilt, pH og temperatur; N = nedbør. \*samme som for produktionsanlæg 1

## 2.2 Måleprogram og måleperiode

Efter en kortere indkøringsfase startede måleprogrammet på Abildtrup Dambrug som en del af forsøgsordningen officielt den 25. august 2005. Første måleår omfatter derfor fra 25. august 2005 til 24. august 2006 begge dage inklusive.

I første måleår har der kontinuert (hvert 10. minut) været målt vandmængde, vandhastighed, vandstand, nedbør, temperatur, ilt, pH ved et eller flere målepunkter på dambruget jf. tabel 1. De instrumenter, som måler kontinuert, er typisk tilsluttet en datalogger, hvorfra data overføres til en PC, som er placeret på dambruget. Data overføres via internettet fra PC'en til DFU og lægges ind i en fælles database som DFU og DMU anvender i projektet. Vandmængder måles i de fleste målepunkter med elektronisk måler, et såkaldt vandur. I udløbet er der målt med vandur, da det samlede udløb fra dambruget sker via et rør. Vandstand måles i slambassinerne med en infrarød måler. I *Svendsen & Bovbjerg (2004)* findes flere informationer og baggrund og krav til måleprogram og en række tekniske detaljer.

Vandkemiske prøver er for indtagsvand (prøver op- og nedstrøms okkerfilter) målt som en punktprøve (øjebliksprøve) ca. 1 gang pr. måned (hver 14. dag i begyndelsen) eller i alt 13 gange i perioden. Vandkemiske prøver fra henholdsvis op- og nedstrøms biofilter i de to produktionsanlæg (hvor nedstrøms biofilter svarer til afløb fra de to produktionsanlæg), afløb fra sættefiskeanlæg plus kummehus, i klaringsvandet fra slambassin (slamtank) samt i afløbet fra plantelagunen (samlet afløb fra dambruget) udtages hver 14. dag med ISCO-glacier vandprøvetagere. En prøve består af en puljet prøve over et døgn, hvor der i en stor flaske tages 100 ml delprøve hvert kvarter, svarende til 9,6 l prøve på 24 timer pr.

målested. Prøverne står koldt (4° C) og mørkt i prøvetageren, der er udstyret med køleanlæg. Ved hvert målested er der målt i alt 27 gange i det første måleår. Prøvetagerne i produktionsanlæg 2 kom ikke i brug i første måleår 1.

Herudover er der hver 14. dag taget vandkemiske prøver i forbindelse med henholdsvis tømning af slamkegler (opdelt for hver produktionsanlæg) og returskylning af biofiltre (opdelt for hver produktionsenhed). Endvidere udtages en samlet prøve for tømning af slamkegler i sættefiskeanlæg og kummehus og returskylning af biofilter i sættefiskeanlægget. Her tages også puljede prøver men delprøverne er i 1 liter flasker, hvorfra der puljes. Afhængigt af hvor lang tid det tager at tømme slamkegler og returskylle biofiltre tages en række hyppige delprøver for repræsentativt at dække hele tidsperioden. Disse prøver tages med ISCO 6712-1 vandprøvetagere, der har et køleanlæg så prøverne står koldt (4° C) og samtidigt mørkt. Da produktionsanlæg 2 ikke kom i drift i første måleår er der ingen slamprøver fra denne.

De vandkemiske prøver er analyseret for en række kemiske variable, fastlagt i *Bekendtgørelse om modeldambrug (2002)*. Det fremgår af tabel 2, hvilke variable der analyseres for, afhængigt af om der er tale om vandprøve taget i indtagsvandet (grundvand), slamvand (ved tømning af slamkegler, returskylning af biofiltre), afløb slambassin eller i produktionsanlæg og afløb fra dambruget. Analyserne er gennemført af akkrediteret laboratorium efter de standardanalysemetoder, der er foreskrevet ift. dambrug, herunder modificeret BI<sub>5</sub>.

Ved de målepunkter, hvor der udtages vandkemiske prøver måles hver 14. dag ilt, temperatur og pH med håndholdte præcisionsinstrumenter, som også anvendes ved kalibrering af de kontinuerte måleinstrumenter.

Parametre	Program A	Program B	Program C
	Fuld pakke: Udløb fra dambrug, op- og nedstrøms biofilter, afløb sættefiskanlæg og leveredamme	Grundvand (indtagvand)	Returskylning biofiltre, tømning slamkegler, afløb slambassiner
Suspenderet stof (SS)	x	(x)	x
Modificeret BI <sub>5</sub>	x	(x)	x
COD	x	(x)	x
Total fosfor (P)	x	[x]	x
Orthofosfat-P	x	x	x
Total kvælstof (N)	x	[x]	x
Nitrat_nitrit-N	x	x	x
Ammonium-N	x	(x)	x

**Tabel 2** De vandkemiske parametre der analyseres for på de vandkemiske prøver, der er udtaget 1. måleår på Abildtrup Dambrug. x i parentes angiver at disse parametre efter at være målt nogle gange kun måles 2-3 gange om året hvis det viser sig at værdien konsekvent er under detektionsgrænsen, mens x i kantet parentes viser at total kvælstof henholdsvis total fosfor ikke måles hver gang, hvis der ikke er signifikant forskel på totalen ift. de opløste fraktioner. BI<sub>5</sub> er et mål for let omsætteligt organisk stof (biologisk iltforbrug over 5 dage). COD er et mere omfattende mål for organisk stof end BI<sub>5</sub>, da det er et mål for det kemiske iltbehov for at omsætte det organiske stof. Ammonium er primært NH<sub>4</sub>-N.

## 2.3 Væsentlige vilkår

I henhold til dambrugets miljøgodkendelse af 19. juni 2003 må der i forsøgsperioden anvendes 410 tons foder pr. år. Foderkvotienten må ikke overstige 1,0 kg foder pr. kg produceret fisk.

Miljøgodkendelsen angiver det maksimalt tilladelige vandforbrug til 61,5 l pr. sekund.

Der må maksimalt udledes følgende stofmængder fra dambruget:

BI <sub>5</sub> :	8,13 mg/l
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N:	3,25 mg/l
Suspenderet stof:	129,60 kg/døgn + (-0,34-0,5) · s <sub>T</sub>
Total-N:	25,92 kg/døgn + (-0,34-0,5) · s <sub>T</sub>
Total-P:	2,16 kg/døgn + (-0,34-0,5) · s <sub>T</sub>

Krav til udledning af BI<sub>5</sub> og NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N er omfattet af tilstandskontrol, mens de andre stoffer er omfattet af transportkontrol. Mere detaljerede betingelser for overholdelse af kravene, herunder definition af s<sub>T</sub> fremgår af dambrugets miljøgodkendelse og omtales i kapitel 7 i denne rapport.

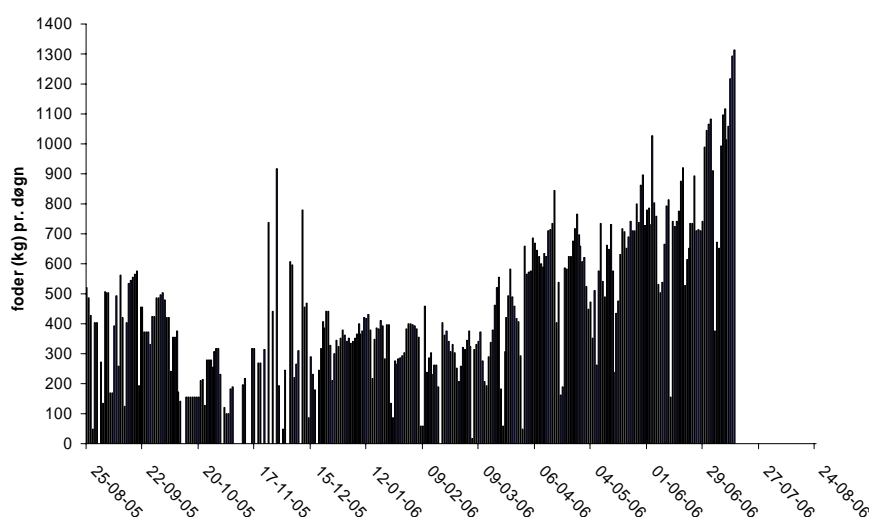
## 3 Drift og produktion

### 3.1 Foderforbrug, produktion og foderkvotient

På Abildtrup Dambrug er der i perioden 25. august 2005 til 24. august 2006 anvendt 139,1 tons foder i dambrugets modeldambrugsafsnit, dvs. hele dambruget eksklusiv sættefiskanlæg og kummehus. På baggrund af oplyste start- og slutbestande, samt ind- og udfiskninger i perioden, er der beregnet en produktion på 148,6 tons fisk inkl. døde fisk. Dette giver en samlet foderkvotient (foderforbrug / fiskeproduktion inkl. døde fisk på 0,936). I samme periode har der i sættefiskeanlæg og kummehus været anvendt 24,2 tons med en foderkvotient på 0,95. Det giver et samlet foderforbrug på hele dambruget på 163,3 tons og en gennemsnitlig vægтет foderkvotient på 0,942.

Dambruget har derfor langt fra udnyttet den foderkvote på 410 tons foder pr. år som miljøgodkendelsen giver tilladelse til. Dette skyldes at man kun har produceret på den ene halvdel af modeldambruget, idet man pga. smitterisikoen kun anvendte egne sættefisk, som man ikke havde tilstrækkeligt af til hele dambruget. Endvidere indtraf der midt i juli 2006 et uheld på Abildtrup Dambrug med stor dødelighed blandt fiskene, hvilket betød at man ikke havde fisk og ikke udfodrede i de to produktionsanlæg i modeldambrugsafsnittet i hele perioden fra midt juli til første måleårs afslutning den 24. august 2006.

Det daglige foderforbrug fremgår af figur 2, hvor foderforbruget i sættefiskeanlægget og kummehuset dog ikke er medtaget.



**Figur 2** Foderforbruget i produktionsanlægget på Abildtrup Dambrug i første måleår. Foderforbruget i sættefiskeanlæg og kummehus er ej medtaget.

I tabel 3 er angivet hvilke fodertyper og - mængder, der er anvendt i de to produktionsanlæg i det første måleår.

Fodertype	Forbrug (kg)
Biomar Aqualife R90 (3 og 4,5 mm)	102.937
Aquavet S/T (1,5 og 3 mm)	2.893
Biomar Biofocus optimal start (1,5 mm)	483
Biomar Ecostart (2 mm)	6.735
Biomar Ecolife 19 (3 og 4,5 mm)	26.067

**Tabel 3** Anvendte fodertyper i produktionsanlægget på Abildtrup Dambrug i det første måleår. Anvendte foder i sættefiskeanlæg og i kummehuset er ikke medtaget.

## 3.2 Produktionsbidrag

Udregningen af bidrag af de forskellige stoffer fra fiskeproduktionen (produktionsbidrag) i modeldambruget er foretaget som beskrevet i *Modeldambrug, specifikationer og godkendelseskrav, Arbejdsrapport fra DMU, nr. 183*. Der er udregnet produktionsbidrag for COD (total organisk stof), BI<sub>5</sub> (letomsætteligt organisk stof), total kvælstof og total fosfor. Endvidere er bidraget af opløst kvælstof som udskilles over fiskenes gæller (hovedsageligt NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) blevet udregnet. Bidrag svarer til restleddet af kvælstof efter fradrag af den mængde kvælstof der indbygges i fisken henholdsvis udskilles som fækalier i forhold til den totalt indtagne mængde kvælstof.

I denne rapport anvendes det normalt anvendte standardindhold af kvælstof og fosfor i ørred på henholdsvis 3 % og 0,5 %. I årsrapporten for 2. måleår vil mere præcise næringsstofindhold i dambrugets relevante produktion blive anvendt i beregningen. Ligeledes er der anvendt et forhold mellem BI<sub>5</sub> og COD på 0,3, baseret på tidligere erfaringer og resultater. Dette vil ligeledes blive undersøgt nærmere til statusrapporten for 2. måleår.

Udregningen af produktionsbidrag er sket på dagsbasis i hver af dambrugets sektioner, og bidragene er herefter summerede. Udover de konkrete foder mængder er foderets kemiske sammensætning inddraget i udregningerne. Kemianalyse er foretaget på næsten alle foderleveringer (batches), men hvor disse værdier ikke foreligger, er der anvendt gennemsnitstal for de allerede analyserede fodertyper. I få tilfælde, hvor der ikke er foretaget kemisk analyse på fodertypen pga. små leveringer, er der anvendt deklarerede værdier fra foderfabrikanten.

I forbindelse med at fiskene leveres er der gennemsnitligt en cirka fire dages periode hvor fiskene ikke fodres, men hvor der kan være et mindre kvælstoftab fra fiskene. Derfor er der beregnet et produktionsbidrag af kvælstof på baggrund af generelle tal for stofomsætning hos foder-tomme regnbueørreder. Derimod vurderes der kun at være et marginalt bidrag af organisk stof (COD og BI<sub>5</sub>) i forbindelse med levering, idet dette forventes udskilt som kuldioxid (CO<sub>2</sub>). Ligeledes forventes kun et marginalt bidrag af fosfor inden levering, hvorfor bidraget af COD, BI<sub>5</sub> og total fosfor her er sat til 0.

På fem forskellige foderleverancer er der foretaget fordøjelighedsforsøg, dvs. det er i kontrollerede forsøg undersøgt hvor stor en del af det ind-



tagne foder og specifikke fedt-, protein- og kulhydratindhold der udskilles som fækalier. Disse værdier er indsat i beregningerne af produktionsbidrag for den relevante batch. Hvis batchen ikke er undersøgt mht. fordøjelighed er der anvendt gennemsnitstal for den relevante fodertype. I enkelte tilfælde, f.eks. i forbindelse med leveringer af små fodermængder, er der anvendt estimerede værdier for fordøjelighed af foderet. Fordøjeligheden af træstof er i alle tilfælde sat til 0.

Foderkvotienten er så vidt muligt beregnet for den enkelte sektion. Dette er kun muligt når en sektion tømmes fuldstændigt ved udfiskning. Værdien er indsat i udregningen af den konkrete sektionens produktionsbidrag. De beregnede foderkvotienter er blevet vægtede i forhold til det antal dage foderkvotienten er målt over, og de vægtede værdier er sammensat til et gennemsnit som er anvendt i de sektioner og perioder hvor det ikke har været muligt at beregne foderkvotienten.

Der er ikke foretaget målinger af foderspild på Abildtrup Dambrug, men ved indledende undersøgelser på andre modeldambrug er der ikke konstateret nævneværdigt spild ved normal drift. Idet der dog af forskellige årsager må påregnes et mindre foderspild i visse perioder samt støv og smuld i foder, er der i denne rapport ved udregning af produktionsbidrag indsat en værdi på 1 % for foderspild på Abildtrup Dambrug. Denne værdi vil blive søgt yderligere kvalificeret i 2. årsrapport.

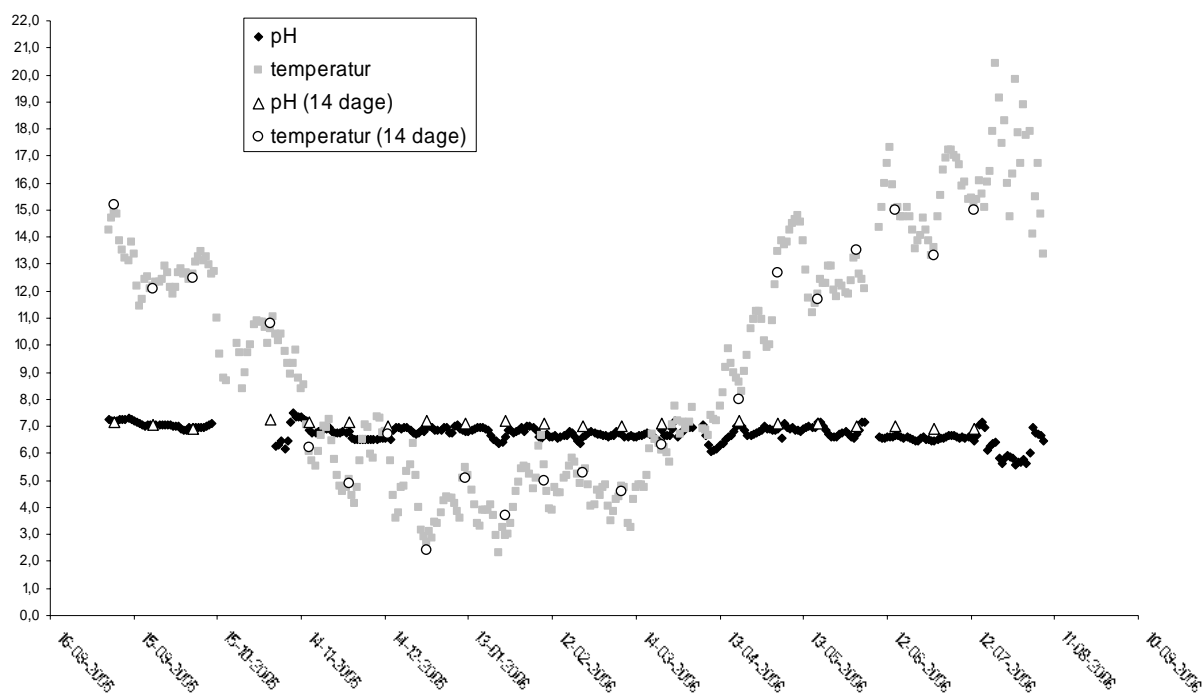
## 4 Temperatur, pH og ilt

Der er hvert tiende minut foretaget elektroniske registreringer af temperatur, pH og ilt i det produktionsanlæg hvor der i første måleår er opdrættet fisk, i plantelagunen samt i laguneudløbet. Hertil kommer at der i forbindelse med udtagning af vandprøver hver 14. dag måles temperatur, pH og ilt på dambruget ved prøveudtagningsstederne. Dataene indsamles blandt andet med baggrund i lovmæssige krav og for bedre at kunne forklare de processer der foregår på dambruget, som f.eks. omsætning af organisk stof.

De kontinuerte registreringer har desværre vist sig ikke at fungere tilfredsstillende. Især logning af ilt har været problematisk, idet iltsonderne ikke er blevet rensset tilstrækkelig ofte, og idet de tilsyneladende er relativ følsomme overfor elektronisk støj fra andre kilder. På den baggrund er de kontinuerte iltmålinger ikke medtaget i figur 3 og 4 nedenfor.

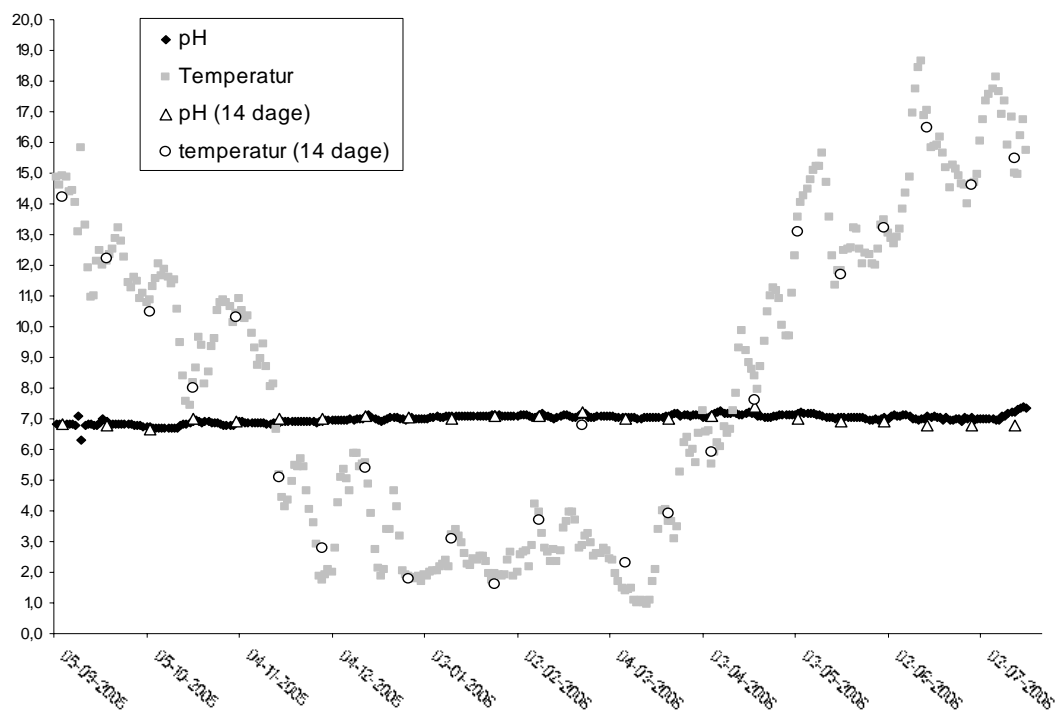
I figur 3 er vist daglige gennemsnitsværdier for temperatur (°C) og pH i dambrugets produktionsanlæg nedstrøms biofilteret. Der er endvidere angivet 14-dages målinger for temperatur og pH. Tilsvarende værdier for dambrugets udløb er vist i figur 4.

Baseret på 14-dages målinger har iltniveauet nedstrøms biofilter i produktionsanlægget med fisk generelt ligget mellem 5 og 8 mg/l og mellem 3 og 8 mg/l i udløbet fra dambruget (før det opiltes inden det når vandløbet) med tendens til de højeste værdier i vinterhalvåret.



**Figur 3** Gennemsnit pr. døgn for temperatur og pH nedstrøms biofilteret i produktionsanlæg 1 på Abildtrup Dambrug i første måleår. Endvidere er der angivet øjebliksmålinger foretaget hver 14. dag på samme sted.

Det bemærkes at gennemsnitsværdierne pr. døgn ikke er helt sammenlignelige med målinger der foretages hver 14. dag, idet sidstnævnte er "øjebliksmålinger" der foretages indenfor få minutter om formiddagen.



**Figur 4** Gennemsnit pr. døgn for temperatur og pH inden beluftning i udløbet fra Abildtrup Dambrug i det første måleår (før beluftning). Endvidere er der angivet øjebliksmålinger foretaget hver 14. dag på samme sted.

## 5 Vandflow i dambruget

### 5.1 Måling af vandflow

Flowet (dvs. vandmængden) bliver registreret kontinuert (hvert 10. minut) 13 steder i dambruget jf. tabel 1. Registreringen sker de 11 af målestederne ved hjælp af elektromagnetiske flowmålere (vandure), der måler nøjagtigt med en usikkerhed på mindre end 1 %.

Det recirkulerede flow i produktionsanlæggene bliver målt med doppler-sensorer (målepunkterne 7 og 9), der registrerer middelstrømhastigheden kombineret med registrering af vandstanden, der registreres med en tryktransducer. Til kalibrering af målingerne bliver flowet (vandføringen) målt med vingeinstrument ca. en gang pr. måned. Sensorerne er monteret i kanalerne ved udløbet fra biofiltrene. Disse målinger har en usikkerhed på ca. 5 %.

3 af de elektromagnetiske flowmålere har haft perioder på samlet ca. 1 måneds varighed pr. måler, hvor data enten er gået tabt eller har været fejlbehæftede. Problemerne har skyldtes fejl i målerne og fugtproblemer i elektronikken, delvis på grund af oversvømmelser. I de pågældende perioder er dataserierne korrigeret ved hjælp af interpolation og korrelation til de øvrige målere. Problemerne med flowmålerne har medført en mindre forøgelse af usikkerheden, og en foreløbig vurdering er, at usikkerheden på middelflowdata er mellem 0 og 5 %.

Målested	Navn på målested	Gennemsnitsflow l/s
2	Indløb, produktionsanlæg 1	12,6
3	Indløb, produktionsanlæg 2	0,02
4	Indløb, sættefiskanlæg	6,9
5	Vandindtag fra boring til kummeanlæg	2,3
2+3+4+5	Samlet vandindtag	21,9
1 (2+3+4)	Vandindtag fra dræn	19,6
7	Recirkulation, nedstrøms biofilter, produktionsanlæg 1	410
9	Recirkulation, nedstrøms biofilter, produktionsanlæg 2	-
10	Udløb produktionsanlæg 1	11,5
11	Udløb produktionsanlæg 2	0,0
12	Udløb, sættefisk og kummeanlæg	8,7
13	Til slamtank fra produktionsanlæggene	1,0
14	Til slamtank fra sættefisk- og kummeanlæg	0,6
15	Udløb klaret slamvand	1,2
10+11+12+15	Samlet tilløb til plantelagune	21,5
18	Udløb plantelagune/dambrug	12,5

**Tabel 4** Vandflow (l/s), gennemsnit ved målesteder på Abildtrup Dambrug for 1. måleår.

Det samlede vandindtag har i gennemsnit for det første måleår været 21,9 l/s, hvilket er væsentligt mindre end de tilladte 61,5 l/s. Det lave vandindtag skyldes især, at produktionsanlæg 2 ikke har været i drift i

det første måleår, og at driften i anlæg 1 stoppede i forbindelse med uheldet i midten af juli 2006. Vandindtaget til produktionsanlæg og sæt-tefisk sker fra dræn under anlæggene, og vand til kummehuset kommer fra en boring.

Det samlede udløb fra produktionsanlæg 1 er godt 1 l/s mindre end indløbet. Det skyldes, at der bliver ført vand væk herfra i forbindelse med skylning af filtre og tømning af slamkegler (ca. 1 l/s), og at der bliver brugt vand ved udfiskning og sortering. Der sker ikke noget tab af vand fra produktionsanlægget.

## **5.2 Returskylning af biofiltre og tømning af slamkegler**

For at fjerne partikler bliver slamfælderne (kegler) i bunden af anlæggene tømt regelmæssigt, og tilsvarende bliver biofiltret (retur)skyllet ved at sende vandstrøm modsat den normale strømretning. Alt slam bliver pumpet til slamtanken. Tømning og skylning kører efter et fast skema, men afvigelser fra de faste procedurer kan ske i forbindelse med f.eks. flytning af fisk, sygdomsbehandling mv.

Under tømning og skylning pumpes ca. 35 l/s fra produktionsanlægget til slamtanken. Den samlede vandmængde, der bliver anvendt til tømning og skylning er som middel for hele måleåret opgjort til 1,6 l/s, hvilket svarer til ca. 7 % af det samlede vandindtag til dambruget.

## **5.3 Vandbalance**

Det samlede vandindtag på 21,9 l/s er kun en lidt større end det samlede tilløb til plantelagunen (21,5 l/s). Denne forskel ligger inden for måleusikkerheden, dog kan der have forekommet et mindre vandspild. Nedbør og fordampning i produktionsanlæggene har kun en meget ringe betydning for vandbalancen, da det på årsbasis kun vil tilføre hvad der som middel svarer til maksimalt 0,1 l/s.

Udløbet fra plantelagunen, og dermed dambrugets samlede afledning til vandløbet, var som middel for måleåret på 12,5 l/s. Da det samlede tilløb til plantelagunen som middel har været 21,5 l/s kan der konstateres et betydeligt tab over plantelagunerne på ca. 9 l/s svarende til ca. 42 % i det første måleår. Tabet var særlig stort i april og maj 2006, jf. figur 5.

Der kan findes 3 mulige forklaringer på tabet af vand fra plantelagunen:

1. Der sker en nedsivning fra bunden af plantelagunen til grundvandet
2. Der sker en nedsivning til boringer og dræn til dambrugets indvinding
3. Der er utætheder i afgrænsningen mellem plantelagunen og vandløbet

Ad 1. Hvis grundvandstanden er lavere end vandstanden i plantelagunen kan der forekomme en nedsivning. Afhængig af grundvandets

strømningsretning, vil en andel af det tabte vand kunne strømme til vandløbet.

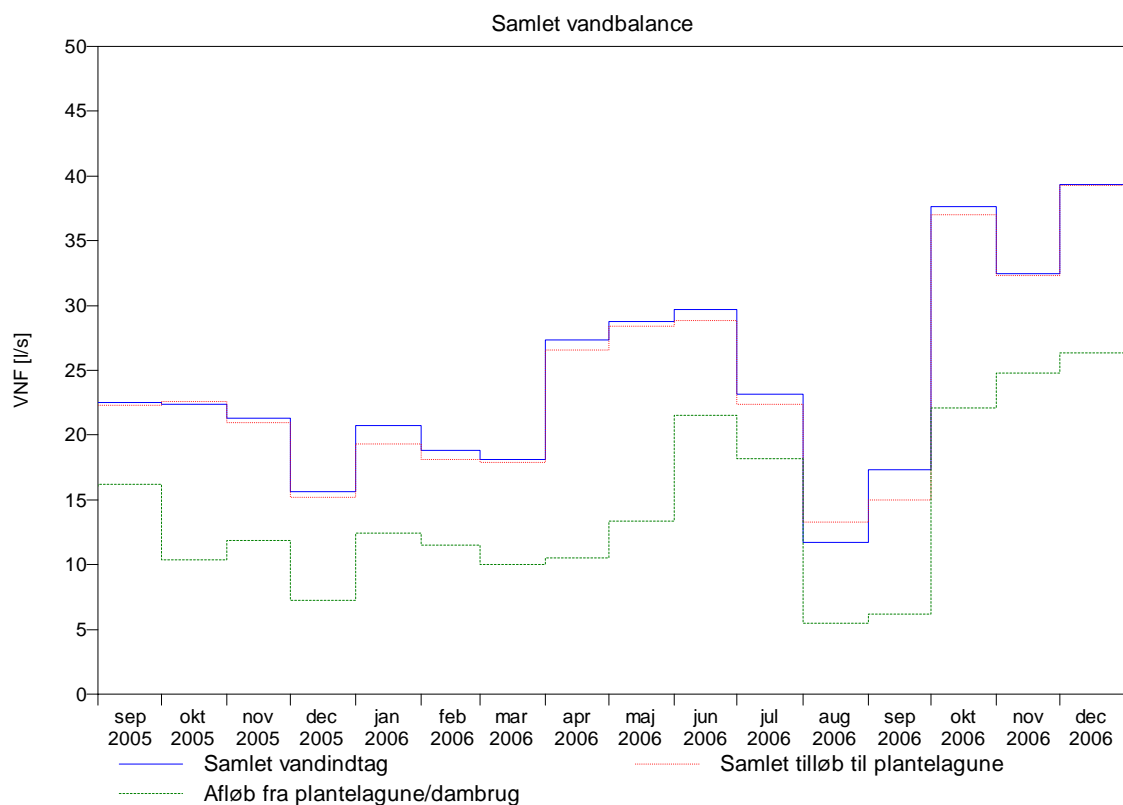
Ad 2. Nedsivning, hvis grundvandstanden er lavere som under pkt. 1, men da der endvidere er en indvinding af vand til dambrugsproduktionen som sker fra overfladenære borer og dræn i umiddelbar nærhed af plantelagunen, kan noget af det nedsivende vand strømme hertil og dermed blive genanvendt i produktionen.

Ad 3. Utætheder og udsivning vil kunne opstå, hvis der er en snæver afgrænsning med smalle dæmninger mellem plantelagune og vandløb, eller der kan være gamle bygværker, stem mv., som ikke er tætte.

På Abildtrup dambrug kan tabet skyldes en kombination af alle 3 processer. Det virker sandsynligt, at der sker nedsivning til grundvand, da ådalens materiale er grus/sand. Det forekommer også sandsynligt at en del af det nedsivende vand kan strømme til vandindtaget i dræn og borer. Hvor meget nedsivning, hvor stor en andel, der strømmer til borerne og hvor meget der siver ud til vandløbet, kan ikke vurderes på det foreliggende datagrundlag. Det vil kræve en kortlægning af grundvandsbevægelser under og omkring dambruget, som ligger ud over måle- og dokumentationsprojektet, for at kvantificere de tre processer. Betydningen af dette vandtab ift. beregnede rensegrader over plantelagunerne, omtales senere.

En mindre del af tabet kan skyldes direkte utætheder mellem plantelagunen og vandløbet. Et gammelt bygværk med afløb til vandløbet lidt nedstrøms det egentlige afløb fra dambruget er lidt utæt, og ved høj vandstand i plantelagunen kan der forekomme direkte overløb. Det vurderes dog, at tabet herfra er ubetydeligt i forhold til tabet på grund af nedsivning og er der ikke regnet med i denne statusrapport.

Som for produktionsanlægget har nedbør og fordampning kun ubetydelig indflydelse på vandbalancen i plantelagunen. Kun på enkelte dage kan det medføre at vandbalancen viser mere afstrømning af vand end der løber til plantelagunen, f.eks. i forbindelse med kraftigt regnskyl.

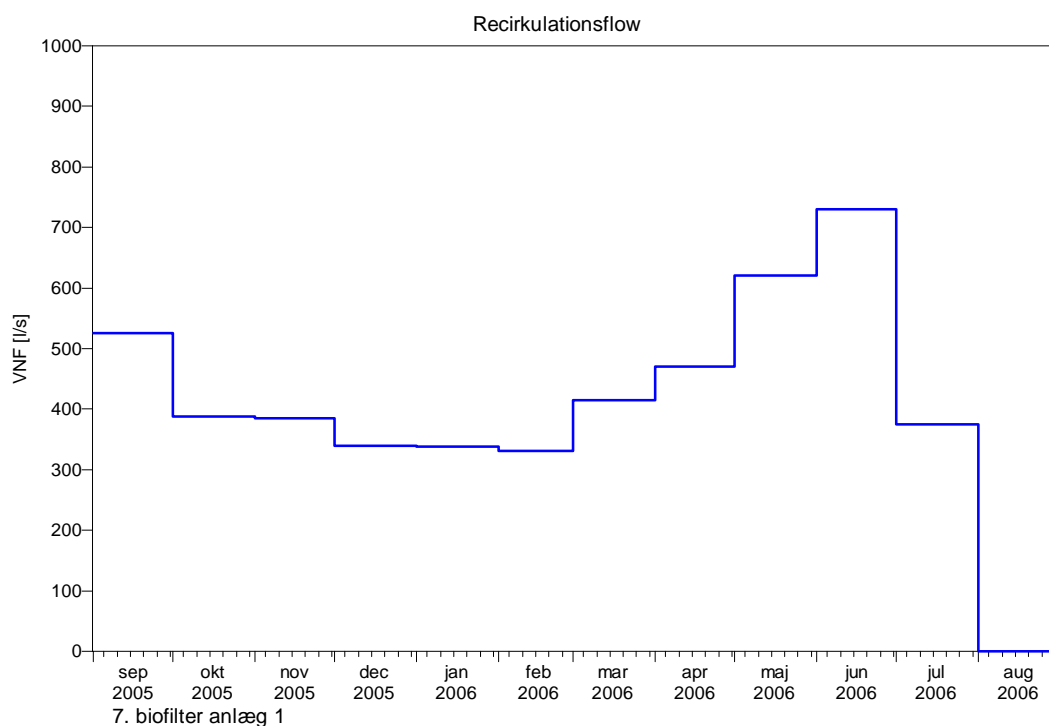


**Figur 5** Samlet vandbalance over Abildtrup dambrug i første måleår, månedsmiddel (l/s)

## 5.4 Recirkulationsflow

Recirkulationen bliver drevet af luftpumperne i anlægget, så variationer i flowmængden vil være en funktion af behovet for beluftning. Der vil derfor normalt være sammenhæng mellem flowet og mængden af fisk i anlægget, og der vil være en tendens til større flow i sommerperioden. Recirkulationsflowet i produktionsanlæg 1 er i gennemsnit for måleåret på 410 l/s. Hvis der kun ses på perioden frem til produktionsstoppet i midten af juli 2006, er middelflowet på 454 l/s. Flowet svarer til, at den gennemsnitlige strømhastighed i produktionsanlæggets raceways med fisk er knap 0,1 m/s.

Med et gennemsnitligt samlet vandindtag på 12,6 l/s ( $Q_i$ ) til produktionsanlæg 1 og en samlet recirkulering på 410 l/s ( $Q_r$ ) (tabel 4), kan recirkulationsgraden opgøres til ca. 97 %, beregnet som  $(Q_r - Q_i)/Q_r$ . For modeldambrug type III forudsættes en minimum recirkulationsgrad på 95 %.



**Figur 6** Recirkulationsflow i Abildtrup Dambrug i første måleår opgivet som månedsmiddel l/s.

## 5.5 Vandforbrug/fodermængde

Ved at sammenholde det samlede vandindtag med det samlede foderforbrug er det opgjort, at der på Abildtrup Dambrug er brugt ca. 4.379 liter vand pr. kg foder eller 4.003 liter vand pr. kg produceret fisk. Dette er en faktor 10 - 15 lavere end i et traditionelt gennemstrømningsdambrug.

## 5.6 Hydraulisk belastning af lagune

Baseret på det beregnede areal af plantelagunerne (se kapitel 11) har den gennemsnitlige hydrauliske belastning af plantelagunen været 0,004 l/s pr. m<sup>2</sup> plantelagune og dermed kun ca. 1/5 af den forudsatte max. belastning på 1 l/s pr. 48 m<sup>2</sup> (0,021 l/s/m<sup>2</sup>) plantelagune i modeldambrugsbekendtgørelsen (*Bekendtgørelse om modeldambrug, 2002*). Den lave belastning hænger bl.a. sammen med at der kun har været produktion i produktionsenhed 1 og anvendt under halvdelen af foderkvoten i det første måleår.



## 6 Stofkoncentrationer forskellige steder på dambruget

Der er beregnet gennemsnitskoncentrationer for de analyserede, udtagne vandprøver i det første måleår ved forskellige målestationer på Abildtrup Dambrug (tabel 5). Endvidere er der i tabel 5 angivet spredningen på koncentrationerne over 1. måleår på basis af de 27 prøvesæt, der er udtaget (dog kun 13 for friskvandsindtaget). Det giver et billede af hvordan der tilføres stof ved fiskeproduktionen og hvordan der fjernes stof via bl.a. slamkegler, biofiltre, slambassin og plantelagune. Det bemærkes at koncentrationerne fra især tømning af slamkegler er meget høje for alle kemiske variable, men også skyllevand fra biofiltrene er noget højere end for afløbet af produktionsanlægget.

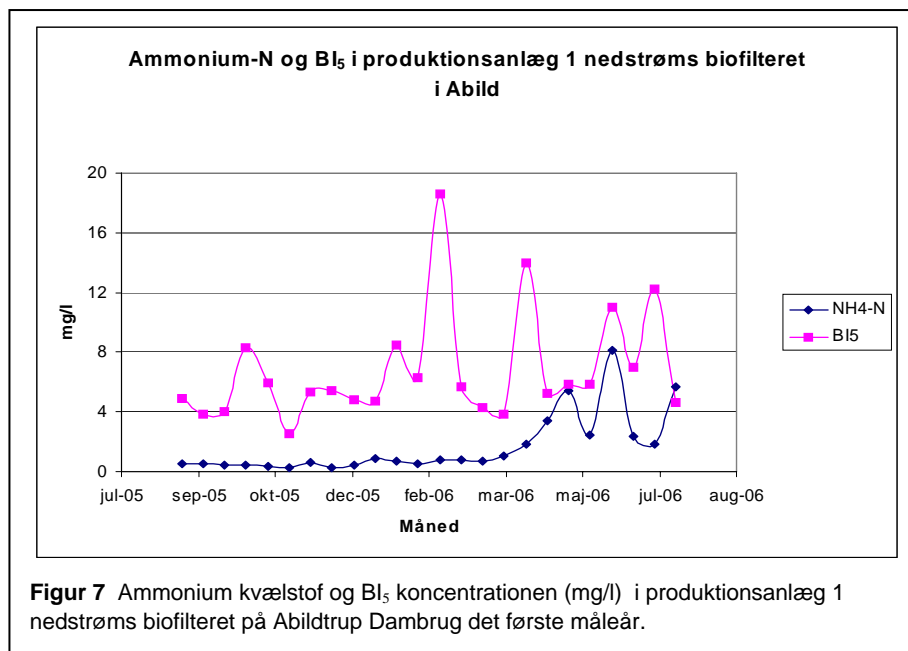
Desuden er værdierne for ammonium, total fosfor og for organisk stof (BI<sub>5</sub> og COD) samt for suspenderet stof meget høje i klaringsvand fra slambassin (slamtank) - på niveau med skyllevand fra biofiltre eller højere.

Spredningen på koncentrationerne over det første måleår er størst på de høje koncentrationer som skyllevand af biofiltre og slamkegler og afløb fra slambassin. Spredningen målt som procent af gennemsnitskoncentrationen viser, at den største spredning findes i klaringsvandet fra slambassin og i indløbsvandet. For de enkelte parametre er den procentvise spredning størst for ammonium kvælstof og orthofosfat (over 100 %) og mindst for COD (godt 60 %). Generelt er spredningen høj for de målte parametre på Abildtrup Dambrug.

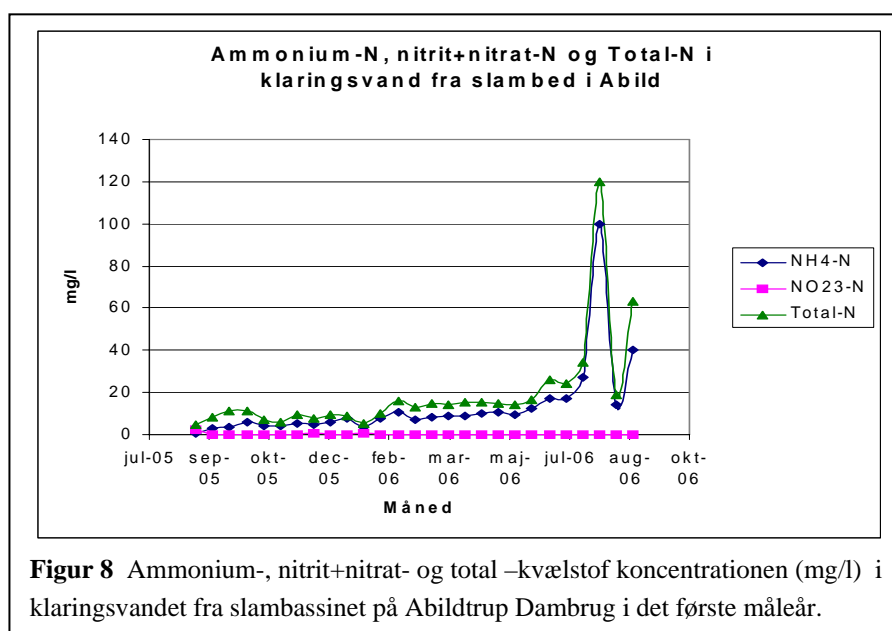
Målested	NH <sub>4</sub> -N		NO <sub>23</sub> -N		Total-N		Ortho-P		Total-P		BI <sub>5</sub>		COD		Susp. stof	
	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std
Vandindtag OS okkerfilter	0,3	0,5	0,5	0,9	0,9	1,3	0,0	0,0	0,1	0,2	0,8	0,6	10,2	6,5	3,6	4,6
Vandindtag NS okkerfilter	0,2	0,3	0,5	0,9	0,8	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,3	9,0	6,7	2,7	2,2
Afløb sættefisk og kummehus	0,6	0,5	3,3	1,6	4,4	1,8	0,1	0,2	0,2	0,2	3,1	1,6	17,8	5,8	5,5	4,1
Slamkegler + returskyl biofilter fra sættefisk + kummehus	2,0	1,5	2,5	1,7	18,1	8,5	0,7	0,7	13,2	11,8	189	150	532	356	504	530
OS biofilter prod. anlæg 1	1,8	2,0	6,9	3,0	11,5	6,3	0,6	0,5	0,9	0,5	7,8	4,6	34,6	17,5	12,9	7,9
Returskyln. biofilter prod. anl. 1	2,4	2,6	5,5	2,2	24,3	14,2	0,8	0,5	8,4	5,2	149	136	475	367	415	410
Afløb slamkegler prod.anlæg 1	12,0	5,8	3,2	2,2	138	116	17,7	8,7	118	66,8	2975	1966	6046	3300	3816	1702
NS biofilter prod. anlæg 1	1,7	2,0	7,7	2,6	12,2	7,4	0,6	0,4	0,9	0,4	6,8	3,7	32,3	13,2	11,3	6,9
Klaringsvand (slambassin)	13,3	19,1	0,2	0,4	19,2	23,2	0,8	2,8	2,7	4,1	74,6	94,5	194	206	98,8	62,1
Udløb dambrug	2,1	2,5	4,0	1,8	6,8	2,7	0,4	0,4	0,6	0,5	2,9	3,2	20,8	9,9	7,5	6,3

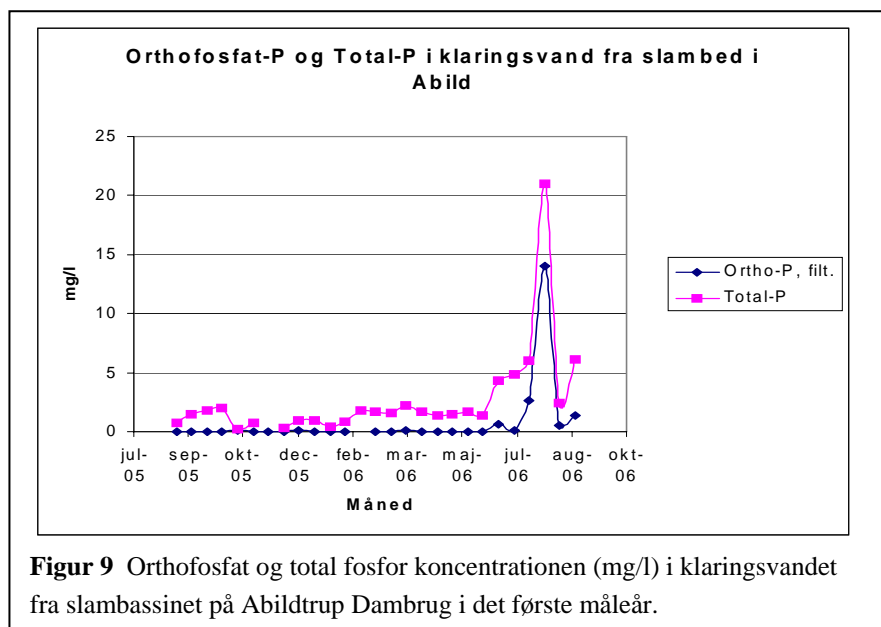
**Tabel 5:** Gennemsnitskoncentrationen (Gen) og spredningen (Std) for de kemiske variable målt på udtagne vandprøver for det første måleår for forskellige målesteder på Abildtrup Dambrug.

Koncentrationsforløbet for ammonium kvælstof og BI<sub>5</sub> nedstrøms biofilteret i produktionsanlægget i det første måleår fremgår af figur 7. For ammonium kvælstof er koncentrationen ca. 0,5-1 mg/l frem til marts 2006, hvorefter koncentrationsniveauet varierer en del men generelt stigende med værdier op til 8 mg/l. BI<sub>5</sub> koncentrationerne ligger i mange perioder på omkring 4-5 mg/l med store udsving især fra februar 2006 og frem. Stofkoncentrationerne nedstrøms biofilteret indgår i beregningerne af stoftilførslen til plantelagunen.

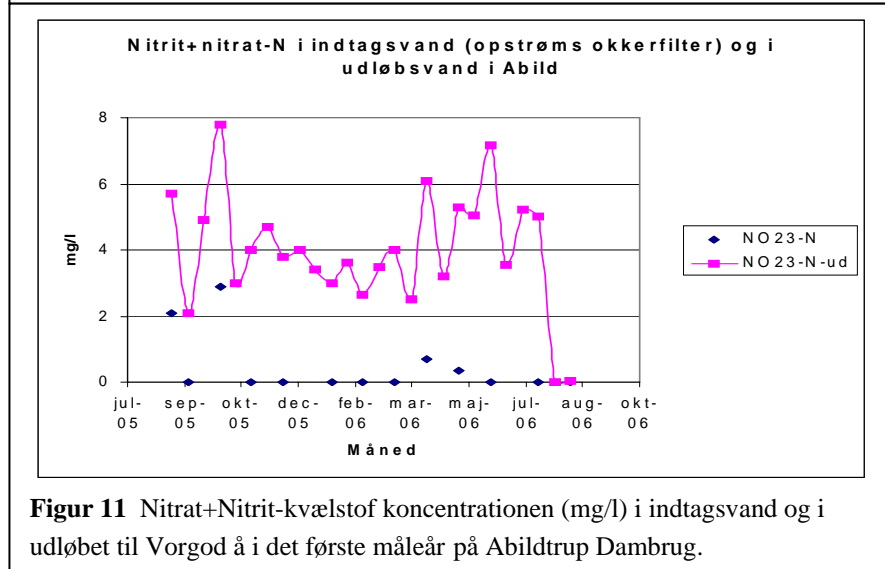
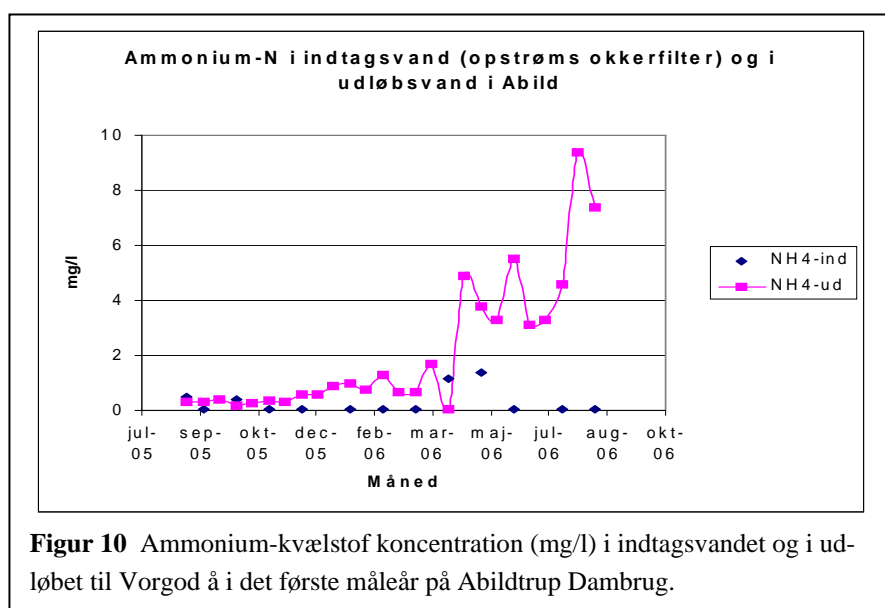


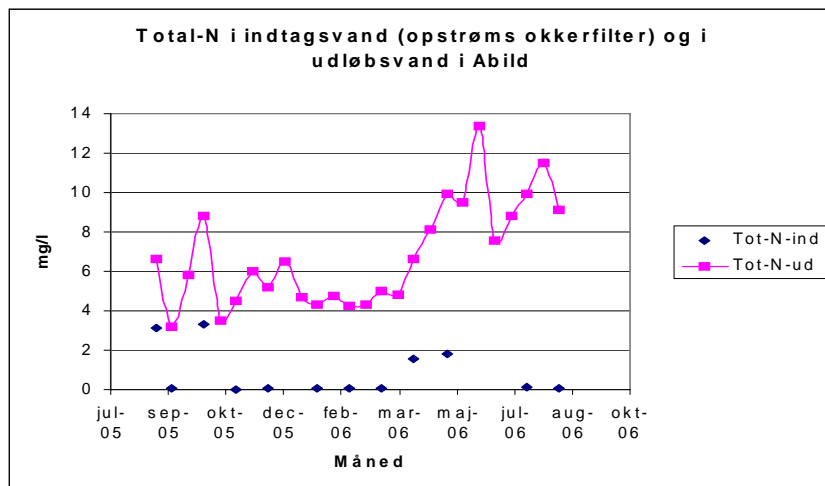
En anden væsentlig kilde til plantelagunen kommer med klaringsvandet fra slambassinet. Koncentrationsforløbet af ammonium kvælstof (som udgør den største del af kvælstofafstrømningen fra slambassinet) stiger igennem måleperioden frem til juni 2006 hvorefter den stiger markant (figur 8). For total fosfor er koncentrationsniveauet 1,5-2 mg over det meste af måleperioden, hvorefter der sker en dramatisk stigning sidst i måleperioden ligesom for kvælstof (figur 9).



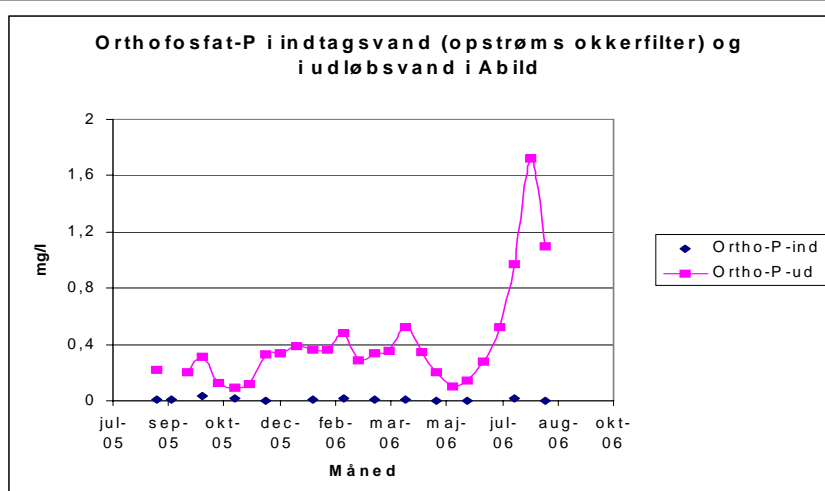


I figur 10- 11 vises koncentrationsforløbet for de målte kemiske parametre i indtagsvandet og i afløbet fra plantelagunen dvs. afløb fra Abildtrup Dambrug til Vorgod Å. Disse værdier indgår i den statistiske beregning af overholdelse af udlederkravene (kapitel 7).

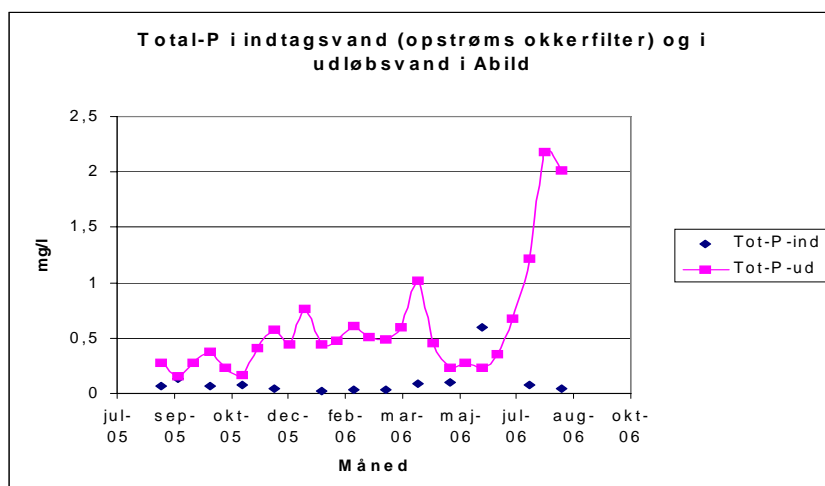




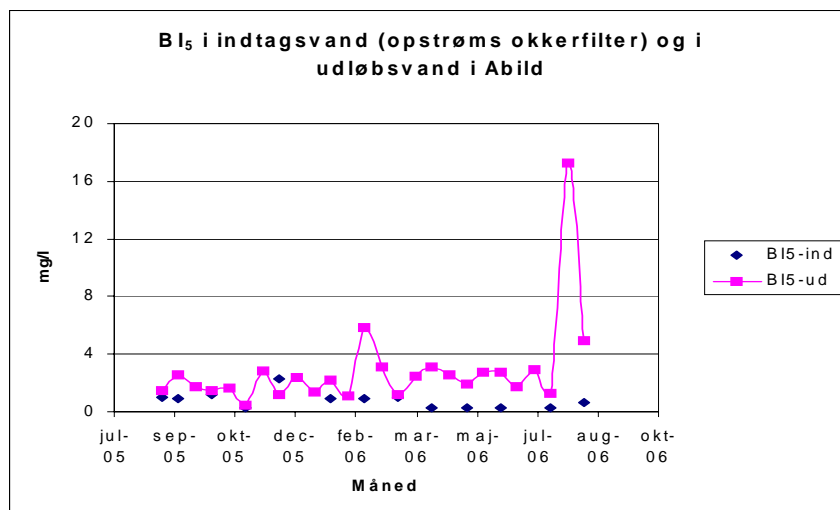
**Figur 12** Total kvælstof koncentrationen (mg/l) i indtagstvand og i udløbet til Vorgod å i det første måleår på Abildtrup Dambrug.



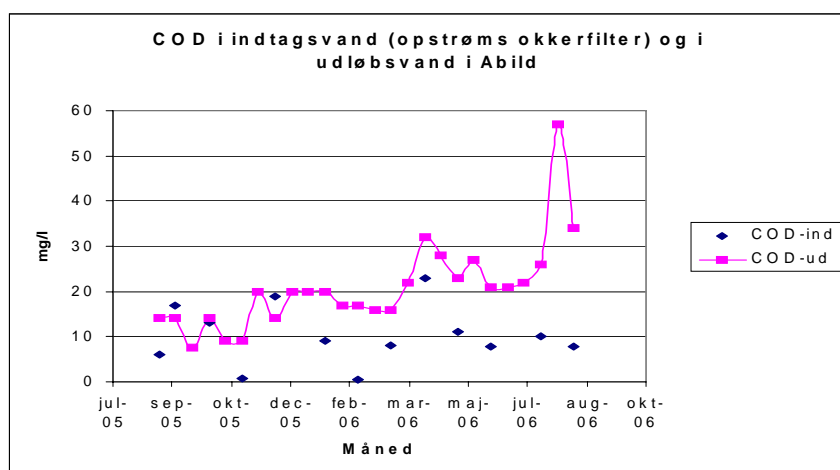
**Figur 13** Orthofosfat-fosfor koncentrationen (mg/l) i indtagstvand og i udløbet til Vorgod å i det første måleår på Abildtrup Dambrug.



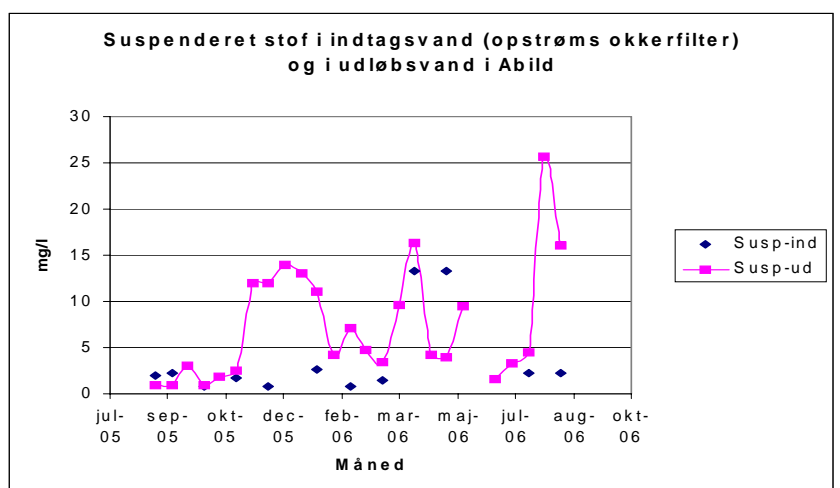
**Figur 14** Total-fosfor koncentrationen (mg/l) i indtagstvandet og i udløbet til Vorgod å i det første måleår på Abildtrup Dambrug.



**Figur 15** Organisk stof målt som BI<sub>5</sub> koncentrationen (mg/l) i indtagstvandet og i udløbet til Vorgod å i det første måleår på Abildtrup Dambrug.



**Figur 16** Organisk stof målt som COD koncentrationen (mg/l) i indtagstvandet og i udløbet til Vorgod å i det første måleår på Abildtrup Dambrug.



**Figur 17** Suspenderet stof koncentrationen (mg/l) i indtagstvandet og i udløbet til Vorgod å i det første måleår på Abildtrup Dambrug.

I indtagstvandet er der relativt beskedne variationer i koncentrationen over det første måleår for de enkelte kemiske stoffer med størst variation for organisk stof målt som COD og for suspenderet stof. For udløbsvandet fra plantelagunen er der meget markante stigninger fra marts 2006 af og resten af perioden for kvælstoffraktionerne ammonium- og totalkvælstof, hvorimod fosforfraktionerne, ortho- og total fosfor først har markante stigninger i koncentration fra maj 2006, hvor de stiger til det firdobbelte. For COD sker der en stigning hen over første måleår i modsætning til  $\text{BI}_5$ -koncentrationer, der er relativt konstant dog med enkelte store afvigelser. Man skal ved vurdering af figurerne være opmærksom på den massive fiskedød der forekom medio juli 2007, således at der kun blev produceret fisk i sættefiskeanlægget og kummehus fra medio juli 2006 og resten af det første måleår.

I lighed med nitrat-kvælstof kan orthofosfat optages af planterne og derfor ville det forventes at koncentrationen af disse stoffer var mindst i planternes vækstsæson om sommeren og størst om vinteren, men denne effekt modvirkes for orthofosfat af det stigende bidrag af fosfor fra bl.a. klaringsvandet i denne periode (figur 9).

## 7 Overholdelse af udlederkrav

I miljøgodkendelsen for Abildtrup Dambrug er der opstillet en række udlederkrav i forsøgsperioden (*Ringkøbing Amt, 2003*). Miljøgodkendelsen beskriver, at udlederkontrollen, skal foretages med to forskellige kontrolmetoder. Kontrolstofferne  $\text{BI}_5$  og ammonium-kvælstof skal kontrolleres ved tilstandskontrol, dvs. på størrelsen af den generelle overkoncentration. De resterende 3 kontrolstoffer suspenderet stof, total kvælstof og total fosfor skal derimod kontrolleres efter transportkontrol, hvor kravværdierne, udtrykt som nettodøgnudledning, skal justeres som beskrevet i *Pedersen et al. (2003)*. Justeringen foretages ved anvendelse af beregnede standardafvigelser på den observerede spredning i målte døgntransporter for det første måleår og fremgår af tabel 6. Kravværdierne fra miljøgodkendelsen er angivet i kapitel 2.3.

I tabel 6 er resultaterne af udlederkontrollen givet. Det antages at sikkerheden for overholdelse af udlederkravene skal være 95 % (sikkerheden for miljøet) som forudsat i Dambrugsbekendtgørelsen og anbefalet i *Pedersen et al. (2003)*. Sædvanligvis regnes 95 % statistisk sikkerhed for at være temmelig høj.

Kontrol parameter	Kravværdi jf. Miljøgodk.	Justeret kravværdi	Udledning efter Bekendt. modeldambrug	Teoretiske kravværdier fra Dambrugsbekendtgørelsen
Susp. stof	129,6 kg d <sup>-1</sup>	121,09 kg d <sup>-1</sup>	-4,54	129,6 kg d <sup>-1</sup>
NH <sub>4</sub> -N	3,25 mg l <sup>-1</sup>	-	3,5	3,25 mg l <sup>-1</sup>
Total-N	25,92 kg d <sup>-1</sup>	22,28 kg d <sup>-1</sup>	2,54	25,92 kg d <sup>-1</sup>
Total-P	2,16 kg d <sup>-1</sup>	1,68 kg d <sup>-1</sup>	0,182	2,16 kg d <sup>-1</sup>
BI <sub>5</sub>	8,13 mg l <sup>-1</sup>	-	3,9	8,13 mg l <sup>-1</sup>

**Tabel 6** Kontrol på udledningerne fra Abildtrup Dambrug det første måleår med beregnede statistiske udlederværdier beregnet efter miljøgodkendelsen udlederkrav, som anbefalet i Bekendtgørelsen om modeldambrug, jf. *Larsen og Svendsen (1998)*. Der er beregnet efter en statistisk sikkerhed på overholdelse af udledninger på 95 %. Med kursiv er vist, hvor udlederkravene ikke er overholdt det første måleår sammenlignet med de justerede kravværdier, som er korigeret med observeret spredning i målte døgntransporter. Sidste kolonne er de beregnede udlederkravværdier, hvis dambrugsbekendtgørelsens vejledende udlederkravværdier ganges med forholdet mellem tilladt vandindtag før ombygning og max. vandindtag efter ombygning ( $500/61,5 = 8,13$ ).

Den statistisk beregnede udlederværdi som fremgår af kolonne "udledning efter Bekendt. modeldambrug" sammenholdes med udlederkravet i kolonne "kravværdi jf. miljøgodkendelse" for ammonium kvælstof og  $\text{BI}_5$  (der kontrolleres efter tilstandskontrol) og kolonnen "Justeret kravværdi" for de tre parametre der kontrolleres efter transportkontrol. De beregnede udlederværdier findes for  $\text{NH}_4\text{-N}$  og  $\text{BI}_5$  som gennemsnits overkoncentrationen (nettoudledningen) i kontrolperioden (her måleår 1) plus spredningen på overkoncentrationerne (nettoudledningerne) i kontrolperioden ganget med en statistisk justeringsfaktor, som beregnes jf. *Larsen og Svendsen (1998)* og *Pedersen et al. (2003)* og kapitel 2.3. For de tre øvrige stoffer findes udlederværdierne ud fra de beregnede døgntransporter i kontrolperioden ganget med en statistisk justeringsfaktor jf. *Larsen og Svendsen (1998)* og *Pedersen et al. (2003)* og kapitel 2.3. Kursiv i

tabel 6 angiver, hvor udlederkravene ikke har været overholdt for en given kemisk variabel ved den angivne kontrolmetode. Udlederkontrollen viser, at Abildtrup Dambrug har overskredet udlederkravet for ammonium-kvælstof marginalt (3,5 mod 3,25 mg/l), mens kravene er overholdt for de øvrige kontrolparametre i det første måleår.

I tabel 6 er også angivet, hvad kravværdien teoretisk ville blive efter Dambrugsbekendtgørelsens vejledende udlederkravværdier, såfremt hele reduktionen i vandindtaget sammenlignet med før ombygningen til et modeldambrug, blev godskrevet dambruget, svarende til en faktor ca. 8,13 (forholdet mellem tidligere vandindtag, der har været lidt højere end medianminimum ved dambruget på 500 l/s og tilladte vandindtag efter ombygning på 61,5 l/s) på udlederkravværdier. Det fremgår at dambruget har fået fuld kompensation for det reducerede vandindtag.

Ved vurdering af overholdelse af udlederkravene skal der tages højde for at der i første måleår kun er indtaget godt 1/3 af den tilladte vandmængde (21,9 l/s mod de tilladte 61,5 l/s) samt at der i sommeren 2006 var nogle store koncentrationsvariationer i udløbet fra dambruget (jvf. kapitel 6), primært grundet driftsforstyrrelser.



## 8 Massebalancer

### 8.1 Produktionsbidrag

I følge den førte driftsjournal har foderforbruget i det første måleår været på i alt 139,1 tons i produktionsanlæg 1. Der er beregnet en produktion på 148,6 tons fisk (inkl. døde), dvs. med en foderkvotient på produktionsanlægget på 0,936. I kapitel 3.2 er redegjort for beregning af produktionsbidraget som fremgår af tabel 7 med antagelse om 1 % foderspild.

Produktionsbidrag	NH4- N	Total-N	Total-P	BI5	COD
l kg	4.406	5.335	1.047	10.276	34.253
l kg pr. tons foder	31,7	38,4	7,5	73,9	246
l kg pr tons fisk i produktionsanlægget	29,7	35,9	7,0	69,1	231

**Tabel 7** Beregnede produktionsbidrag i produktionsanlæg 1 for det første måleår på Abildtrup Dambrug opgjort i kg, kg pr. tons foder og kg. pr. tons produceret fisk.

Der er ligeledes beregnet produktionsbidrag for sættefiskeanlægget plus kummehuset, hvor der i det første måleår har været anvendt 24,2 tons med en foderkvotient på 0,95. Samlet har der været et samlet foderforbrug på dambruget på 163,3 tons og en gennemsnitlig vægtet foderkvotient på 0,942. Det total produktionsbidrag fremgår af 8. dvs. forskellen mellem produktionsbidraget i de to tabeller er produktionsbidraget, der kommer fra sættefiskeanlægget og kummehuset. For sættefiskeanlægget og kummehuset er anvendt et foderspild på 3 %.

Produktionsbidrag	NH4- N	Total-N	Total-P	BI5	COD
l kg	5.114	6.080	1.184	11.266	37.553
l kg pr. tons foder	33,8	39,8	7,7	72,4	241
l kg pr tons fisk i produktionsanlægget	31,8	37,5	7,3	68,1	227

**Tabel 8** Beregnede samlede produktionsbidrag (dvs. i alt fra produktionsanlæg 1, sættefiskeanlæg og kummeanlæg) for det første måleår på Abildtrup Dambrug opgjort i kg, kg pr. tons foder og kg. pr. tons produceret fisk.

Produktionsbidraget vil være underestimeret, da der er anvendt det normalt foreskrevne standardindhold af kvælstof og fosfor i fisk på henholdsvis 3 % og 0,5 % i beregningerne heraf. I rapporten for 2. måleår vil mere præcise næringsstof-indhold i dambrugets relevante produktion blive anvendt til beregningen.

### 8.2 Massebalancer

Der er i forskellige dele af dambruget beregnet, hvor store stofmængder der er tilført og afledt, Hermed kan der beregnes massebalancer hen over f.eks. produktionsenheder, plantelagunen, over hele dambruget m.v. og dermed hvor meget stof der fjernes/tilbageholdes i forskellige dele af dambruget. En stofmængde er (på nær produktionsbidraget) beregnet

De to kilder til stofinput er boringen (indtagsvandet = I) og foder (produktionsbidraget = P). Produktionsbidraget ses som et stofbidrag fra slamkegletømning i produktionsanlæg 1 og sættefiskeanlæg, returskylning af biofiltre i produktionsanlæg 1 og sættefiskeanlægget, slamvand fra rensning af kummehuset samt via de forøgede stofmængder der løber ud af produktionsanlægget til plantelagunerne ift. indtagsvandet.

	Vandmæng. 1000m <sup>3</sup>	Susp kg	NH <sub>4</sub> -N kg	NO <sub>23</sub> -N kg	Total-N kg	Ortho-P kg	Total-P kg	BI <sub>5</sub> kg	COD kg
Indtagvand (I)	617,6	2.963	190	228	506	6	86	451	6505
Produktionsbidrag (P)	-	-	5.519	-	6.507	-	1.258	11.816	39.385
Samlet stofinput (I+P)	617,6	2.963	5.710	228	7.013	6	1.344	12.267	45.890
Slamkegler fra produktionsenhed	9,9	6.903	27	6	276	40	236	5933	12.111
Biofilterskyl fra produktionsenhed	21,7	2.709	20	33	174	5	57	1035	3.335
Returskyl sættefisk/kummehus	19,1	10.839	34	47	346	12	227	3549	10.208
Tilført slambassin i alt	50,7	20.450	80	86	797	57	521	10.517	25.653
Afløb sættefisk og kummehus til plantelagune	275,3	1.604	153	925	1.238	37	62	850	4933
Udløb prod. anlæg til plantelagune	353,5	4.519	659	2.821	4.412	201	313	2.433	11.375
Klaringsvand fra slambassin	38,7	4.135	492	6	703	24	97	2.834	7631
Tilført plantelagune i alt	667,6	10.257	1.304	3.752	6.353	262	472	6.116	23.939
Udløb dambrug	394,2	2.612	909	1.600	2.770	160	230	1.099	8.159

I modsætning til de fleste gennemstrømningsanlæg giver produktionsbidraget på Abildtrup Dambrug lang større stoftilførsel end vandindtaget. Således udgør stofinput med indtagsvandet kun 2 % af den samlede tilførsel af ammonium-kvælstof. De tilsvarende værdier for  $\text{BI}_5$ , total fosfor, total kvælstof og COD er henholdsvis 4 %, 7 %, 8 % og 15 %

33

til plantelagunen og dermed evt. kan udledes/nedsive. Der tilføres væsentlig mere stof til plantelagunen end der fraføres med udløbsvandet. Det skyldes dels en omsætning og/eller tilbageholdelse i plantelagunen, men for nogle komponenter formentlig også at der fraføres opløst stof med det vand der siver ud gennem bunden af plantelagunen.

## 9 Rensegrader og stoffjernelse

### 9.1 Beregning af rensegrader

I dette kapitel beregnes stoffjernelsen over hele dambruget og over del-elementerne i produktionsanlæg, plantelagune m.v. Rensegraden beregnes ud fra to beregningsmetoder. Rensegraden  $R_N$  for en given kemisk variabel er bestemt ud fra anvisningen i *Bekendtgørelsen for modeldambrug (2002)*, som

$$R_N (\%) = ((P - U_N) / P) * 100, \text{ hvor} \quad (1)$$

$P$  = produktionsbidraget

$U_N$  = dambrugets nettoudledning, dvs. målte udledning  $U_M$  minus  $I$  = input fra indtagsvand (boringer).

Denne metode kan kaldes nettorensesegraden, som svarer til at stoftilbageholdelsen over hele dambruget  $S_N$  for en given kemisk variabel bestemmes i procent af produktionsbidraget  $P$  for det samme stof, dvs.

$$R_N (\%) = S_N / P * 100$$

Endvidere beregnes en bruttorensesegrad  $R_B$  hvor stoftilbageholdelsen over dambruget  $S_N$  for en given kemisk variabel bestemmes i procent af den samlede stoftilførsel dvs. ift. produktionsbidraget  $P$  plus stofbidraget fra indtagsvand ( $I$ ), dvs.

$$R_B (\%) = (S_N / (I + P)) * 100 \quad (2)$$

Brug af ovenstående formler forudsætter at vandindtaget til dambruget udgør mindre end eller lig med 10 % af vandløbets medianminimumsvandføring, hvilket er opfyldt for Abildtrup Dambrug, der i første måleår i gennemsnit har haft et friskvandsindtag, der svarer til 2,4 % af Vorigod Å's medianminimumsvandføring på 910 l/s på strækningen ved dambruget.

### 9.2 Rensegrader over hele dambruget

Målinger og beregninger for det første måleår viser at nettorensesegraden ( $R_N$ ) (tabel 10) har været 65 % for totalt kvælstof (N), 88 % for total fosfor (P) og 95 % for organisk stof udtrykt som  $BI_5$ , hvilket er højere end forudsætningerne i jf. *Bekendtgørelsen for modeldambrug (2002)* for type III modeldambrug for total-kvælstof og organisk stof. Bekendtgørelsen forudsætter rensegrader på henholdsvis 11 %, 60 % og 75 % for de tre kemiske variable for et type III modeldambrug uden mikrosigter. For total fosfor og  $BI_5$  er bekendtgørelsens rensegrader til fulde opfyldt. For totalt kvælstof skal der bekendtgørelsens krav på 11 % tillægges, at plantelagunerne forudsættes at fjerne 1 g N pr dag pr  $m^2$ , dvs. 365 g pr.  $m^2$  pr. år eller med de 5.000  $m^2$  plantelagune i Abildtrup Dambrug (ifølge miljø-

godkendelsen) 1.825 kg total kvælstof pr. år. Omregnet svarer dette til at nettorensgraden for kvælstof mindst skal være 41 %, hvilket også til fulde er opfyldt i det første måleår. Der er ikke taget højde for det tab af opløste stoffer, der forventes at være med det vand, der nedsiver fra plantelagunen, hvorfor de angivne rensgrader er en maksimal værdi for stoffjernelsen over dambruget.

Man skal være opmærksom på at for modeldambrugene under forsøgsordningen er der dispenseret ift. kvælstofudledninger, således at det er den forventede rensgrad for fosfor, der har bestemt den tildelte foder-mængde. Det betyder, at dambruget skal op omkring en rensgrad på ca. 60 % for total kvælstof for efterfølgende at kunne opfylde rensgraderne ift. det tildelte foderforbrug.

Beregningerne viser også, at en nettorensgrad på 87 % for ammonium kvælstof netop ikke er en tilstrækkelig stor omsætning til, at de fastsatte udlederkrav kan overholdes.

Der er ikke udregnet rensgrader for suspenderet stof, da det ikke giver mening at beregne et produktionsbidrag for suspenderet stof.

Forskellen mellem netto- og bruttorensgraderne afspejler, hvor meget stofbidraget fra indtagsvandet udgør af produktionsbidraget. Det har mindst betydning for ammonium-kvælstof og  $BI_5$ , hvor de to mål for rensgrader er næsten ens og størst for total kvælstof, COD og fosfor hvor bruttorensgraden er 5-6 procentpoint lavere end nettorensgraden.

	Vandmængde 1000 m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N kg	Total -N kg	Total -P kg	BI <sub>5</sub> kg	COD Kg
Indtagvand (i)	617,6	190	506	86	451	6505
Produktionsbidrag (P)		5.519	6.507	1.258	11.856	39.385
Samlet stof bidrag (I+P)	617,6	5.710	7.013	1.344	12.267	45.890
Målte udledninger fra dambrug (Um)	394,2	909	2.770	230	1.099	8.159
Netto udledning fra dambrug Un (Um-I)		718	2.264	144	648	1.654
Nettorensgraden Rn (%) jf. formel 1		87	65	89	95	96
Bruttorensgraden Rs (%) jf formel 2		84	61	83	91	82
Stofudledningen netto i g/ kg produceret fisk		4,1	13,2	0,8	3,7	9,5
Stofudledningen brutto i g/ kg produceret fisk		5,2	16,0	1,3	6,3	47,1

**Tabel 10** Beregnede udledninger til vandløb og rensgrader over Abildtrup Dambrug for første måleår, ud fra henholdsvis samlede stofinput til dambruget (brutto) og ud fra produktionsbidraget (netto). Endvidere er stofudledningerne beregnet brutto og netto ift. mængde produceret fisk.

I tabel 10 er der endvidere angivet en stofudledning i g pr. kg produceret fisk beregnet både ift. den faktiske udledning fra dambruget (brutto) og ift. nettoudledningen fra dambruget det første måleår (netto). De tilsvarende tal for netto stofudledninger pr. gram produceret fisk for Døstrup Dambrug (Fjorback *et al.*, 2003) var:

- NH<sub>4</sub>-N: 4-6 g pr kg. produceret fisk
- Total N: 5-11 g pr. kg produceret fisk
- Total P: 2 g pr. kg produceret fisk
- BI<sub>5</sub>: 20-28 g pr. kg produceret fisk.

Sammenlignet med tallene fra Døstrup er stofudledningen fra Abildtrup Dambrug betydeligt lavere for total fosfor og især  $BI_5$ , på samme niveau for ammonium-kvælstof og noget højere for total kvælstof pr. kg produceret fisk.

### 9.3 Rensegrader over produktionsanlægget og over plantelaguner

I dette afsnit vises resultaterne for stoftilbageholdelse og rensegrader over produktionsanlægget (tabel 11) og over plantelagunerne (tabel 12). Bemærk at der dels anvendes det samlede produktionsbidrag vedr. det anvendte foder i første måleår som sum af produktionsbidraget fra produktionsanlæg 1 og sættefiskeanlæg og kummehus samt produktionsanlæg opdelt for henholdsvis produktionsanlæg 1 og sum af produktionsbidrag fra sættefiskeanlæg og kummehus.

Stoffjernelsen i produktionsanlæg 1 plus sættefiskeanlæg og kummehus er et mål for, hvad der fysisk opsamles i slamkeglerne og biofiltrene og som føres over i slambassinet. Det dækker endvidere også en evt. omsætning af stof som giver anledning til et stoftab i de forskellige produktionsenheder samt i biofiltrene (og evt. i slamkeglerne). Stoffjernelsen i produktionsanlæg 1 er fundet som forskellen mellem det stof, der tilføres produktionsanlæg 1 via boringsvandet og produktionsbidraget minus det stof, der kontinuert er registret i afløb fra produktionsanlæg 1 til plantelagunen. På tilsvarende måde er stoffjernelsen over sættefiskeanlæg plus kummehus beregnet.

For plantelagunen beregnes stoftilbageholdelsen som forskellen mellem det stof, der tilføres fra produktionsanlæg 1, sættefiskeanlæg og kummehus og klaringsvandet fra slambassinet minus det stof som udløber fra dambruget (afløb plantelaguner). Der er ikke korigeret for opløste stoffer som evt. måtte sive med nedsivningsvand i bund/sider af plantelagunen.

Rensegraderne er i tabel 11 og 12 beregnet på to måder:

- stoffjernelse i procent af stoftilførslen til samlede produktionsanlæg, produktionsanlæg 1, sættefiskeanlæg plus kummehus (tabel 11) og til plantelagunerne (tabel 12)
- stoffjernelse i procent af det samlede produktionsbidrag og af produktionsbidrag til henholdsvis produktionsanlæg 1 og sættefiskeanlæg plus kummehus (tabel 11 og 12)

For plantelagunerne beregnes stoffjernelse endvidere i procent af den samlede stoftilførsel til dambruget (dvs. i procent af  $I + P$  fra tabel 10).

Stoffjernelse i produktionsanlæg (inkl. slambassin)	Vand- mængde 1000m <sup>3</sup>	Susp .kg	NH <sub>4</sub> -N kg	Total N kg	Total P kg	BI <sub>5</sub> kg	COD kg
Indtagvand produktionsanlæg 1	356	1.710	110	292	49	451	6505
Produktionsbidrag produktionsanlæg 1	-	-	4.406	5.335	1.047	10.276	34.253
Samlet stofinput produktionsanlæg 1	356	1.710	4.516	5.627	1.096	10.536	38.008
Udløb fra produktionsanlæg 1	3.534	4.519	659	4.412	313	2.433	11.375
Stoffjernelse over produktionsanlæg 1	-	-	3.857	1.215	784	8.103	26.633
Stoffjernelse i % af samlet stofinput til produktionsanlæg 1	-	-	85	22	71	77	70
Stoffjernelse i % af produktionsbidraget til prod. anlæg 1	-	-	88	23	75	79	78
Stoffjernelse i % af totale produktionsbidrag P	-	-	70	19	62	69	68
Indtagvand sættestiskeanlæg + kummehus	261	1.253	81	214	36	191	2.750
Produktionsbidrag sættestiskeanlæg + kummehus	-	-	1.113	1.172	219	1.540	5.132
Samlet stofinput til sættestiskeanlæg + kummehus	-	1.253	1.194	1.386	247	1.731	7.882
Stoffjernelse sættestiskeanlæg + kummehus	19	10.839	34	346	227	3.549	10.208
Stoffjernelsen i sættestisk + kummehus i % af input hertil	-	-	3	25	92	205	130
Stoffjernelsen i sættestisk + kummehus i % af prod. bidrag heri	-	-	3	30	108	230	199
Stoffjernelse i % af det total produktionsbidrag P	-	-	1	5	18	30	26
Stoffjernelse i slamkegler	9	6.903	27	276	236	5.933	12.111
Stoffjernelsen i slamkegler i % af samlet input i prod. anlæg 1	-	233	1	5	22	56	32
Stoffjernelsen i slamkegler i % af produk. bidrag i prod. anlæg 1	-	-	1	5	23	58	35
Stoffjernelse i % af det total produktionsbidrag P	-	-	1	4	19	50	31
Stoffjernelse i biofiltre	22	2.709	20	174	57	1.035	3.335
Stoffjernelsen i biofilter i % af samlet input	-	91	0	3	5	10	9
Stoffjernelsen i biofilter i % af produk. bidrag i prod. anlæg 1	-	-	0	3	5	10	10
Stoffjernelse i % af det total produktionsbidrag P	-	-	0	3	5	9	9
Stoftilførsel til slambassin	507	20.450	80	797	521	10.517	25.653
Stoffjernelse med klaringsvand	-	4.135	492	703	97	2.834	7.631
Tilbageholdelse i slambassin	-	16.316	-411	93	424	7.683	18.023
Stoftilbageholdelsen i slambassin i % af tilførslen hertil	-	80	-512	12	81	73	70
Stoftilbageholdelsen i % af samlet input (I)	-	286	-180	1	32	63	39
Stoftilbageholdelsen i % af samlede produktionsbidrag (P)	-	-	-7	1	34	65	46
Stoffjernelse i alt samlede prod. anlæg minus tab klaringsvand (S)	-	-	3.399	858	914	8.819	29.210
Total stoffjernelse (S) i % af samlet input (I+P)	-	-	60	12	68	72	64
Total stoffjernelse (S) i % af total produktionsbidrag (P)	-	-	62	143	73	75	74

**Tabel 11** Stoffjernelse over henholdsvis produktionsanlæg 1, sættestiskeanlæg + kummehus, slambassin samt over hele produktionsanlægget og de tilhørende rensegrader for det første måleår ved Abildtrup Dambrug for kemiske variable. Ved stoffjernelse over hele produktionsanlægget er der taget højde for stoftab med klaringsvandet fra slambassin. Se tekst for nærmere forklaring

For det samlede produktionsanlæg er stoffjernelsen desuden blevet beregnet som angivet i de to punkter ovenfor, men hvor der er modregnet for at en større del af det stof, der overføres til slambassinet via tømning af slamkegler og returskylning af biofiltre, efterfølgende ledes til plante-lagunen med klaringsvandet fra slambassinet. Dette stof er dermed reelt ikke fjernet. Herved findes et mål for netto stoffjernelse i slamfælder og biofiltre, mens stoffjernelsen udregnet uden der tages højde for afløb af

stof med klaringsvandet, er et mål for brutto tilbageholdelsen/omsætningen i slamfælder og biofiltre (hvad de har tilbageholdt/fjernet og ført over i slambassinet). Jo bedre man bliver til at reducere stofmængderne i klaringsvandet, des tættere vil netto og brutto tallene komme på hinanden og desto større reel rensning vil renseforanstaltningerne i det samlede produktionsanlæg kunne præstere. Samtidig vil plantelagunerne skulle tilbageholde mindre stof og udledninger kan antages at blive reduceret.

Stoftilbageholdelsen i slamkegler og biofiltre er beregnet ud fra gennemsnittet af stofmængderne på de dage hvor DMU har taget prøver. Antallet af tømninger og skylninger af biofiltre og slamkegler er beregnet ud fra dambrugets opgørelser og ekstrapoleret til hele måleåret. Der er naturligvis en relativ stor usikkerhed forbundet med et sådan estimat. Der er en netto tilbageholdelse af alle stoffer på nær ammonium kvælstof, for hvilket slambassinet er en kilde (der afledes 5 gange mere end der tilføres), idet bl.a. nitrat kvælstof omsættes til ammonium-kvælstof under de iltfattige forhold der i gyllebeholderen der udgør slambassinet. Samtidig er der en meget beskedne tilbageholdelse af totalt kvælstof (12 %). Ca. 81 % af det tilførte total fosfor tilbageholdes i slambassinet og mellem 70 og 73 % af det organiske stof, mest for  $BI_5$ , idet der sker en omsætning af organisk stof også i slambassinet.

I produktionsanlæg 1 fjernes mellem 75 % og 88 % af produktionsbidraget i produktionsanlæg 1 ift. ammoniak, total fosfor og organisk stof ( $BI_5$  og COD) mens rensegraden for total kvælstof med 23 % er væsentligt lavere (tabel 11). Tilsvarende rensegrader over sættefiskeanlæg plus kummehus er over 100 % for total fosfor og organisk stof 3 % for ammonium kvælstof og 30 % for total kvælstof ift. det tilhørende produktionsbidraget. Når beregningerne viser at der for nogle stoffer fjernes mere end 100 % af produktionsbidraget skyldes det formentlig både en underestimering heraf jf. kapitel 3 samt nok også en vis usikkerhed på fordelingen af foderforbruget mellem produktionsanlæg 1 og sættefiskeanlæg plus kummehus.

Sammenlignes rensegraderne over de forskellige produktionsenheder med det samlede produktionsbidrag på Abildtrup Dambrug (tabel 11) så fjernes for total fosfor 62 % heraf i produktionsanlæg og 18 % i sættefiskeanlæg plus kummehus. For  $BI_5$  er de tilsvarende rensegrader henholdsvis 69 % og 30 % og for COD 68 % og 26 %. Disse rensegrader indikerer igen, at der kan være en underestimering af produktionsbidraget. For totalt kvælstof fjernes 19 % af produktionsbidraget i produktionsanlæg 1 mod 5 % i sættefiskeanlæg og kummehus, mens de tilsvarende rensegrader for ammonium kvælstof har været henholdsvis 70 % og 1 %. Der er tilsyneladende en meget beskedne ammonium omsætning i sættefiskeanlæg plus kummehus, hvilket blandt andet skyldes at det kun er vandet i sættefiskeanlægget, der passerer et biofilter. Disse tal kan sammenholdes med at 85 % af foderforbruget i det første måleår er anvendt i produktionsanlæg 1.

Skal man reelt vurdere stoffjernelsen i produktionsanlægget og sammenligne med betydningen af den tilsvarende stoftilbageholdelse i plantelagunerne skal der tages højde for, at en væsentlig del af det stof, der er ført over i slambassinet ved returskylning, biofiltre og tømning af slamkegler, efterfølgende udledes til plantelagunen med klaringsvandet. Af



det opsamlede stof i slambassinet føres betydelige andele tilbage til plantelagunen, ca. 20 % af suspenderet stof og total fosfor og 27-30 % af organisk stof. Til gengæld udledes 88 % af tilført totalt kvælstof mens der som omtalt er en nettoproduktion af ammonium kvælstof i slambassinet.

Sammenlignes stoftilbageholdelsen i produktionsanlæg 1 fra tabel 11 med hvad der er beregnet overført af stof med slamvand fra slamkegler og returskylning af biofiltre i produktionsanlæg 1 findes et udtryk for tilbageholdelse og/eller omsætning af stof i produktionsanlæg 1 (samt for de usikkerheder der er). Dette giver:

- 3.811 kg ammonium kvælstof
- 765 kg total kvælstof
- 490 kg total fosfor
- 1.135 kg  $BI_5$
- 11.187 kg BOD

For ammonium kvælstof afspejler det en omsætning til nitrat i biofiltret ligesom der for en andel af  $BI_5$  er tale om en omsætning i produktionsanlæg 1. Til gengæld sker der ikke en omsætning af total fosfor, så der her er tale om en akkumulation i produktionsanlæg 1. Efter den massive fiskedød i sommeren 2006 blev der fjernet mange tons slam, der var akkumuleret i produktionsanlæg 1 og dette kan forklare de fundne værdier ovenfor.

For plantelagunerne er stoftilbageholdelsen/omsætningen også udtrykt i gram pr.  $m^2$  plantelagune pr. dag for at kunne sammenligne med andre dambrug (tabel 12).

Ved sammenligning af resultaterne i tabel 11 og 12 skal man være opmærksom på, at stof, der fjernes i de forskellige produktionsenheder i produktionsanlægget og ikke efterfølgende tilføres plantelagunerne via klaringsvandet fra slambassinerne ikke også kan fjernes i plantelagunen. Det betyder, at plantelagunen sandsynligvis kan fjerne mere af nogle stoffer end de faktisk gør, hvis den blev belastet hårdere.

Plantelagune	Vand- mæng. 1000 $m^3$	Susp. stof kg	$NH_4-N$ kg	$NO_{23}-N$ kg	Total N kg	Ortho P kg	Total P kg	$BI_5$ kg	COD kg
Tilført plantelagune i alt	668	10.257	1.304	3.752	6.353	262	472	6.116	23.939
Udløb dambrug	394	2.612	909	1.600	2.770	160	230	1.099	8.159
Tilbageholdelse i plantelagune	273	7.645	396	2.151	3.583	103	242	5.017	15.780
Tilbageholdelse i plantelagune i % af input hertil	41	75	30	57	56	39	51	82	66
Tilbageholdelse i plantelagune i % af totale produktionsbidrag (P)			7,2		55		19	43	40
Tilbageholdelse i % samlede input dambrug (I+P)	44		6,9		51		18	41	34
Tilbageholdelse i g pr. $m^2$ pr dag (4892 $m^2$ )		4,3	0,2	1,2	2,0	0,06	0,1	2,8	8,8

**Tabel 12** Beregnet stoftilbageholdelse/-fjernelse over plantelagunerne inklusiv evt. stof i vandet der siver ud af bunden på disse og de tilhørende rensegrader for kemiske variable for Abildrup Dambrug i første måleår. Den samlede tilførsel til plantelaguner består af afløbsvand fra produktionsanlægget og klaringsvand fra slambassinerne.

Baseret på målt til- og fraførsel fra plantelagunen og fraset evt. tab af stof med nedsivende vand fra bund og sider heri så fjernes/omsættes der hele 66-82 % af det tilførte organiske stof i plantelagunen. Der fjernes 56-57 % af nitrat og total kvælstof, 51 % af total fosfor og 30 % af ammonium kvælstof. Da der imidlertid tabes ca. 42 % af det tilførte vand hen over plantelagunen er disse fjernelsesrater et maksimumsmål, idet der må forventes at følge noget ammonium og nitrat-kvælstof og opløst fosfor med det nedsivende vand. Noget af det opløste stof, der følger med nedsivningsvandet vil også blive omsat i jorden under mættede forhold, f.eks. nitrat og en del af det opløste fosfor kan bindes til jordpartikler. Noget af det opløste organiske stof kan også omsættes ved nedsivning. Det har været udenfor projektets formål at undersøge disse forhold og det kan derfor ikke kvantificeres.

Udtrykkes stoffjernelsen ift. overfladearealet i plantelagunerne fås 2,0 g N pr. m<sup>2</sup> pr. døgn for total kvælstof, hvilket er det dobbelte af forudsætningen for modeldambrugene på de 1,0 g pr. m<sup>2</sup> pr. døgn, som blev fastlagt efter der på Døstrup Dambrug var målt mellem 0,9 og 1,4 g N pr. m<sup>2</sup> pr. døgn (*Fjorback et al., 2003*). Selv med et vandtab ved nedsivning på 41 % vil kvælstoffjernelsen pr. m<sup>2</sup> pr. døgn være over forudsætningerne. Omsætning af ammonium-kvælstof over plantelagunen er meget beskednen og lavere end på Døstrup Dambrug. Det kan være en forklaring på at udlederkravet for dette stof netop ikke overholdes. For total fosfor og BI5 fjernes beskedne ca. 30 % mere pr. arealenhed på Abildtrup end på dambruget på Døstrup Dambrug, som gav:

- 0,16 - 0,29 g NH<sub>4</sub>-N pr. m<sup>2</sup> plantelagune pr. døgn
- 0,03 - 0,07 g fosfor pr. m<sup>2</sup> plantelagune pr. døgn
- 1,8- 2,5 g BI<sub>5</sub> pr. m<sup>2</sup> plantelagune pr. døgn

## 9.4 Sammenligning af stoftab over dambruget

I dette afsnit sættes summen af stoffjernelse forskellige steder på dambruget til 100 % for direkte at kunne sammenligne stoffjernelsen over:

- Produktionsanlægget, hvor der henholdsvis er taget højde for stoffjernelse med klaringsvandet (tabel 13) og ikke tages højde for det (figur 18).
- Plantelagunerne
- til vandløbet, dvs. hvad der tilføres af stof til Vorgod å ved udløb fra dambruget

I tabel findes værdierne ved:

$$\text{Samlet nettostoffjernelse} = (PA_s - KV_s) + PL_s + VL_s, \text{ hvor} \quad (3)$$

$PA_s$  = stoffjernelse over produktionsanlægget brutto, dvs. uden kompensation for stoftab fra slambassinet med klaringsvandet

$KV_s$  = stoffjernelse med klaringsvandet fra slambassinerne

$PL_s$  = stoffjernelse over plantelagunerne

$VL_s$  = stoffjernelse fra dambruget til vandløbet via udløbet fra dambruget

Idet den samlede nettostoffjernelse sættes til 100 % beregnes de tre andre størrelser i ligning 3 som procent af den samlede nettostoffjernelse.

I figur 18 er ligning 3 ændret til:

$$\text{Samlet bruttostoftab} = PA_s + PL_s + VL_s \quad (4)$$

og det samlede bruttostoffjernelse er sat til 100 %. En del af det stof der fjernes i produktionsanlægget ved overførsel til slambassinet tabes igen med klaringsvandet, og denne andel er vist som en negativ fjernelse i figur 18.

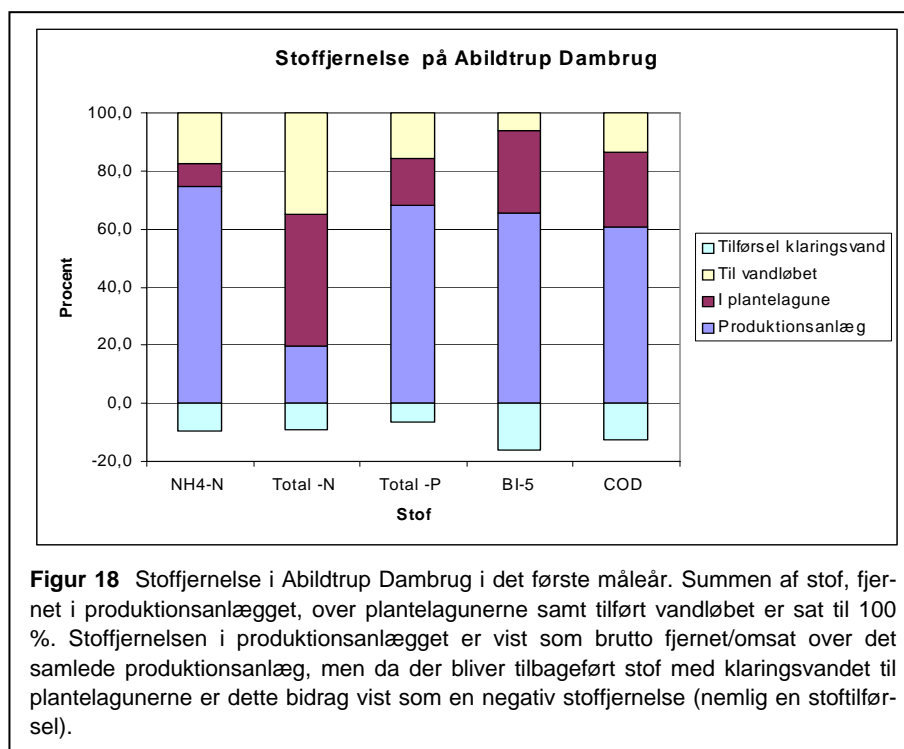
Nettostoffjernelsen over det samlede produktionsanlæg (dvs. den faktiske stoffjernelse, når stoftab fra slambassinet med klaringsvandet er indregnet) inklusiv stofomsætning og evt. akkumulering af stof i produktionsanlæg 1 og i sættefiskeanlægget for Abildtrup Dambrug står for 72 % af ammonium-kvælstof fjernelsen, 55-59 % af fjernelsen af organisk stof og 66 % af total fosfor jf. tabel 13. Hermed foregår den største fjernelsen af disse stoffer i produktionsanlægget. For totalt kvælstof er det fjernelsen i plantelagunen, der betyder mest med ca. 50 %. 30-34 % af organisk stof og total fosfor fjernes/omsættes i plantelagunen, mens plantelagunen kun spiller en beskeden rolle for fjernelse/omsætning af ammonium kvælstof. Andelen af stof der tabes direkte til Vorgod Å er beskedent for organisk stof (7-15 %) og total fosfor (17 %), men relativt af større betydning for ammonium-kvælstof (19 %) og især total kvælstof (38 %).

	<b>NH<sub>4</sub>-N</b> (%)	<b>TN</b> (%)	<b>TP</b> (%)	<b>BI<sub>5</sub></b> (%)	<b>COD</b> (%)
<b>Produktionsanlæg (PA<sub>s</sub>)</b>	72,3	11,9	66,0	59,0	55,0
<b>I plantelagune (PL<sub>s</sub>)</b>	8,4	49,7	17,4	33,6	29,7
<b>Til vandløb (VL<sub>s</sub>)</b>	19,3	38,4	16,6	7,4	15,4
<b>Samlet fjernelse</b>	100	100	100	100	100

**Tabel 13** Sammenligning af stoffjernelse over produktionsanlægget netto (dvs. hvor der er taget højde for det stof i klaringsvandet fra slambassinet), plantelagunerne og stoftilførsel til vandløb for Abildtrup Dambrug i første måleår. Tal baseret på tabel 11 og 12.

Tabet med klaringsvandet er ret betydelig, ikke mindst hvad angår organisk stof målt som BI<sub>5</sub> og COD hvor det udgør henholdsvis 16 og 13 procent af den samlede stoffjernelse over dambruget (figur 18). For total kvælstof og total fosfor er tabet med klaringsvandet af mindre betydning, henholdsvis 9 % og 7 %, mens det er 10 % for ammonium kvælstof. Specielt for totalt kvælstof er det tale om et relativt stor tab med klaringsvandet på 88 % af det tilførte total kvælstof til slambassinet jf. tabel 11. Når stoftab med klaringsvandet kun udgør knap 50 % af stoftilbageholdelsen i det samlede produktionsanlæg i figur 18 skyldes det, at der har været en akkumulation af totalt kvælstof i produktionsanlæg 1. Det forekommer ikke hensigtsmæssigt, at en ret stor andel af stof, som allerede er blevet fjernet via slamkegler og biofiltre og ført over i slambassinet, umiddelbart herefter mobiliseres og ledes tilbage til plantelagunen. Figur 18 viser således det potentiale, der er for stoffjernelse i produktionsanlægget hvis tabet via klaringsvandet kunne reduceres. Man

skal dog være opmærksom på, at en del af stoftabet med klaringsvandet fjernes efterfølgende i plantelagunerne, dvs. den absolutte stoffjernelse i disse kan blive reduceret ved en lavere belastning.



## 10 Vandløbsfauna

Der foretages indsamling af smådyrsfaunaen med henblik på biologisk vurdering af tilstanden på to stationer i Vorgod Å (opstrøms og nedstrøms dambruget) samt i Abild Å som løber til Vorgod Å ca. 100 meter opstrøms for udløbet fra Abildtrup Dambrug. Der foretages endvidere en fysisk bedømmelse af vandløbsstationerne med henblik på beregning af et vandløbsfysisk indeks (*Pedersen et al.* 2006). Ved den første prøvetagning i december 2004 blev opstrømsprøven i Vorgod Å indsamlet ca. 2 km opstrøms for dambruget (opstrøms for det daværende vandindtag) på den station som amtet hidtil havde anvendt i deres prøvetagning. Ringkøbing Amt flyttede kort efter opstrøms stationen i forbindelse med dambrugets ombygning til modeldambrug. Alle efterfølgende prøver er derfor indsamlet på en ny station i Vorgod Å ca. 400 meter opstrøms for Abildtrup Dambrugs nuværende udledningspunkt.

### 10.1 Fysiske forhold i Vorgod Å og Abild Å

Den station, hvor indsamling blev foretaget i 2004, var beliggende lysåbent og omgivet af eng og kær med enkeltstående spredte pilebuske. Vandløbet var her ca. 5-6 meter bredt med en dybde på 0,8-1,0 meter. Vandløbsbunden var helt domineret af sand. Der var ingen udvikling af høller og stryg på strækningen. Langs vandløbet var der en veludviklet kantvegetation bestående primært af Sødgræs. Vandløbet var lettere okkerpåvirket. Det fysiske indeks var ikke færdigudviklet i efteråret 2004, men på baggrund af vandløbets ensartede fysiske karakteristika vurderes denne station, at have haft et fysisk indeks på ca. 15, svarende til grænsen mellem ringe og moderat fysisk vandløbskvalitet.

Alle øvrige opstrømsprøver i Vorgod Å er indsamlet på en station ca. 400 meter opstrøms for dambrugets nuværende udledningspunkt. Vandløbet forløber her lysåbent omgivet af græsset og ugræsset eng. Stationen er beliggende i udgangen af et sving. Vandløbet er her 7-9 meter bredt med en middeldybde på 0,4-0,6 meter. Sand dominerer bundforholdene, men der er endvidere en del grus og også sten i yderkanten af svinget. I modsatte side af vandløbet er der emergent vegetation af Kogleaks. I sommerperioden dækker undervandsvegetationen der bl.a. består af Vandranunkel ca. 30 % af vandløbsbunden. Vandet kan om vinteren være noget grumset som følge af opslemmede okkerpartikler, men okkerpåvirkningen vurderes dog som svag. Det fysiske indeks på strækningen har i perioden ligget på 23-28, svarende til moderat fysisk vandløbskvalitet.

På opstrøms stationen beliggende i Abild Å er vandløbet ca. 4-5 meter bredt og løber her lysåbent gennem eng og overdrev. Der er et kraftigt fald på strækningen. Vandløbsbunden er meget varieret med betydelig forekomst af grus og sten på strækningen. Høller og stryg er veludviklede, og strækningen har en middeldybde på ca. 0,4-0,5 meter. Undervandsvegetationen har en dækning på op til 30-40 % af vandløbsbunden. Vandet er klart og der er ikke tegn på okkerpåvirkning. Det fysiske in-

deks har gennem perioden ligget på 37-41, svarende til grænsen mellem god og høj fysisk vandløbskvalitet.

Stationen nedstrøms for Abildtrup Dambrug er beliggende umiddelbart opstrøms for udløbet af Rimmerhus Bæk. Vorgod Å løber her under hovedvejen mellem Herning-Ringkøbing. Vandløbet er ca. 7-9 meter bredt med en middeldybde på 0,5-0,7 meter. Vandløbsbunden er domineret af sand, men der forekommer en del grus og sten på strækningen. Undervandsvegetationen der bl.a. består af Vandranunkel og Svømmende Vandaks har typisk en dækning på ca. 50 %, men dækningen kan periodisk være højere. Ved vinterafstrømninger er vandet typisk noget grumset, som følge af opslemmede okkerpartikler. Okkerbelastningen må dog betegnes som svag. Det fysiske indeks har gennem perioden ligget på 1-25, svarende til moderat fysisk vandløbskvalitet.

## 10.2 Smådyrsfauna

Der er i alt registreret 85 forskellige taxa fra de tre stationer i Vorgod Å og Abild Å udført af DMU i december 2004, oktober 2005 og april 2006. De artsrigeste grupper har været vårfluer, slørvinger og døgnfluer med henholdsvis 21, 10 og 9 arter. Dansemyg er dog ikke artsbestemt. Denne gruppe indeholder utvivlsomt et højere antal af arter end nogen af de forannævnte grupper.

Samlet set er smådyrsfaunaen på de tre stationer domineret af tolerante former som alle er vidt udbredte i jyske vandløb. De hyppigste taxa var ferskvandstangloppen *Gammarus pulex*, kvægmyg (Simuliidae), børstetorm (Oligochaeta) samt døgnfluerne *Caenis rivulorum* og *Baetis* spp. Disse fem taxa udgør tilsammen 73,6 % af det samlede individantal hen gennem perioden på de tre stationer.

Der er i prøverne fundet et stort antal af rentvandskrævende arter af døgnfluer, slørvinger, biller og vårfluer. Blandt disse kan nævnes døgnfluerne *Kageronia fuscogrisea*, *Heptagenia sulphurea*, *Leptophlebia marginata* og *Paraleptophlebia* sp., slørvingerne *Protonemura meyeri*, *Leuctra hippopus*, *Isoperla difformis*, *Isoperla grammatica* og *Perlodes microcephalus*, billen *Limnius volckmari* samt vårfluerne *Brachycentrus maculatus*, *B. subnubilus*, *Lepidostoma hirtum*, *Sericostoma personatum* og *Notidobia ciliaris*.

Alt i alt må smådyrsfaunaen i Vorgod Å og Abild Å karakteriseres som artsrig og divers med forekomst af en lang række rentvandskrævende former. Tilstanden udtrykt som Dansk Vandløbsfaunaindeks (DVFI) har hen gennem perioden december 2004 til april 2006 været DVFI 4 og DVFI 7 på opstrømsstationerne i Vorgod Å (tabel 14). Stationen med DVFI 4 har meget ensartede fysiske forhold uden grus og stenbund, og er endvidere lidt okkerpåvirket. Som følge heraf mangler en lang række af de dyr der kan trække DVFI værdien højere op. Lokaliteten er dog uforurenet. Abild Å der er fysisk meget varieret og helt uforurenet har ved alle prøvetagninger foretaget af både DMU og Ringkøbing Amt opnået DVFI værdien 7. Den nedstrøms station i Vorgod Å har i fire ud af fem tilfælde haft en DVFI værdi på 7, mens stationen i det sidste tilfælde havde værdien 6. Samlet set må tilstanden i Vorgod både op- og nedstrøms for Abildtrup Dambrug samt i Abild Å karakteriseres som særdeles god og med målsætningen opfyldt.

	DMU/Amt	Vorgod Å opstrøms	Abild Å opstrøms	Vorgod Å nedstrøms
December 2004	DMU	4 *	7	7
Marts 2005	Ringkøbing Amt	7 **	7	7
Oktober 2005	DMU	7**	7	7
Marts 2006	Ringkøbing Amt	7 **	7	6
April 2006	DMU	7 **	7	7

**Tabel 14** Tilstanden i Vorgod Å og Abild Å udtrykt som Dansk Vandløbsfaunaindeks, DVFI op- og nedstrøms for Abildtrup Dambrug i perioden december 2004 til april 2006. \* angiver at prøven er indsamlet på en lokalitet 2 km opstrøms Abildtrup Dambrug. \*\* angiver at prøven er indsamlet på en lokalitet ca. 400 meter opstrøms for dambruget.

Det kan bemærkes, at der ved prøvetagning af smådyrsfaunaen på alle tre stationer i de fleste tilfælde er fundet Finnestribet Ferskvandsulk. Arten forekommer i Danmark kun i Skjern Å systemet, og har på europæisk plan en meget begrænset udbredelse i området syd og øst for Danmark.

## 11 Planter i grødefyldte bassiner

På baggrund af en foreløbig opmåling kan de grødefyldte bassiner som udgør plantelagunen ved Abildtrup Dambrug karakteriseres ud fra en række overordnede værdier, jf. tabel 15.

Antal grødefyldte bassiner/kanaler	20 bassiner + 178 m kanaler
Samlet areal	4.892 m <sup>2</sup>
Gennemsnitsdybde	0,79 m
Samlet volumen	3.856 m <sup>3</sup>
Gennemstrømning	21,5 l/s
Beregnet opholdstid (middel)	50 timer

**Tabel 15** Overordnede karakteristika og nøgletal for de grødefyldte bassiner som udgør plantelagunen på Abildtrup Dambrug i det første måleår.

Der er i alt registreret 21 arter af vandplanter i dambrugets grødefyldte bassiner i perioden september 2005 til november 2006. Sødgræs har været dominerende gennem hele perioden vurderet ud fra artens dækning i dammene. Derudover er Liden Andemad ved maksimal dækning i september den art med næststørst dækning. Liden Andemad havde i foråret en dækning på 11 %. Herefter opbyggedes mængden af andemad gradvist hen gennem sæsonen. I september 2006 var dækningen øget til 33 %. Omvendt forholder det sig med trådalger og Vandstjerne som i april havde en dækning på henholdsvis 23 % og 5 %. I sensommer og tidligt efterår fortrænges trådalger og Vandstjerne af Sødgræs og Liden Andemad, og trådalger og Vandstjerne havde i september 2006 kun en dækning på henholdsvis 0 og 0,2 % i dammene.

Den samlede dækningsgrad kan være lavere end summen af dækningsgraderne for de enkelte plantearter, da nogle af planterne er submerse (under vandoverfladen) og andre emergente (over vandoverfladen).

På baggrund af sammenhængen mellem dækningsgrad og tørvægt er biomassen beregnet for de dominerende plantearter ved minimal og maksimal dækningsgrad i henholdsvis april og september 2006 (tabel 16). For Abildtrup Dambrug som helhed udgjorde Sødgræs og Liden Andemad samlet 3.683 kg tørvægt og 5.088 kg tørvægt i april henholdsvis september 2006.

Betragtet som helhed er planterne gennem hele sæsonen veludviklede og har stor dækning såvel som tørvægt i de grødefyldte bassiner i Abildtrup Dambrug. I 2. måleår vil tørvægten af alle væsentlige plantearter blive bestemt.



	Mindste plantedækning	Største plantedækning
	April 2006	(September 2006
<b>Samlet plantedækning (%)</b>	<b>75</b>	<b>84</b>
Sødgræs (%)	50	68
Liden Andemad (%)	11	33
Vandstjerne (%)	5	0,2
Lysesiv (%)	0	1,8
Trådalger (%)	23	0
<b>Plantemængde i alt (kg/ g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>&gt; 3.683 / &gt; 753</b>	<b>&gt; 5.088 / &gt; 1.024</b>
Sødgræs (kg / g/m <sup>2</sup> )	3.636 / 730	4.946 / 1.011
Liden Andemad (kg/ g/m <sup>2</sup> )	47 / 9,6	142 / 29
Vandstjerne	Ej målt første måleår	Ej målt første måleår
Lysesiv	Ej målt første måleår	Ej målt første måleår
Trådalger	Ej målt første måleår	Ej målt første måleår

**Tabel 16** Plantedækning (%) og tørvægt (gram tørvægt pr. m<sup>2</sup>) af planterne i de grødefyldte bassiner i Abildtrup Dambrug. Kun de kvantitativt mest betydende arter er medtaget. Der er ikke angivet tørvægt for trådalger, Vandstjerne og Lysesiv idet sammenhængen mellem dækning og tørvægt for disse arter først vil blive målt i foråret 2007.

## 12 Diskussion

I dette kapitel er der en kort diskussion af nogle væsentlige problemstillinger omkring måleresultaterne for det første måleår ved Abildtrup Dambrug som supplerer den diskussion, der er i de enkelte kapitler i statusrapporten. Det er således ikke hensigten at gå i dybden omkring en række resultater, dette sker senere i en faglig slutrapport, der behandler måle- og dokumentationsprojektet fra alle 8 modeldambrug. Der foretages heller ikke her sammenligninger med resultaterne fra de andre modeldambrug under forsøgsordningen.

Da der er tale om resultater fra det første måleår ud af to bør der ikke drages for bastante konklusioner, især fordi der kun blev produceret i et af de to produktionsanlæg og grundet uheld og en omfattende fiskedød i slutningen af det første måleår. Nogle resultater har et tilstrækkeligt sikkert grundlag til at der kan laves konklusioner, andre er af mere foreløbig karakter. Endvidere må det forventes at der i andet måleår sker en stabilisering omkring driftsforhold, biofiltrenes funktion og udvikling af plantedækningen i plantelagunen.

### Vandforbrug, -flow og opholdstid

Der er i gennemsnit i det første måleår indtaget 21,9 l/s, hvilket er ca. 1/3-del af tilladelsen, hvilket blandt andet skyldes at kun et af de to produktionsanlæg har været i anvendelse, at fiskebestanden blev bygget langsomt og gradvist op samt den omfattende fiskedød sidst i måleåret, der medførte at produktionen stort set stoppede. Godt halvdelen af indtagsvandet er anvendt i produktionsanlæg 1, resten til sættefiskeanlægget og i kummehuset.

Det interne flow i produktionsanlæg 1 har været 410 l/s i det første måleår, svarende til en vandhastighed på ca. 0,1 m/s. Fraregnes perioden med produktionsstop efter den omfattende fiskedød i juli 2006 har det interne flow været 545 l/s. Recirkuleringsgraden har været ca. 97 %. For et modeldambrug type III er forudsat en recirkuleringsgrad på mindst 95 %. Vandforbruget er med ca. 4.650 l vand pr. kg produceret fisk en faktor 10-15 lavere end i traditionelle gennemstrømningsanlæg.

Plantelagunen tilføres i gennemsnit 21,5 l/s fra produktionsenhederne og der måles 12,5 l/s i udløbet fra plantelagunen til vandløbet, dvs. at der sker et vandtab over plantelagunen på 42 % af tilførsel i det første måleår via bund/sider i de tidligere jorrdamme, der udgør plantelagunen. Tabet foregår over hele 1. måleår men var relativt størst i april og maj 2006 (figur 5). Ådalen består af grus og sand, hvorfor der med en grundvandstand under niveau for bunden af plantelaguner sker en nedsivning ud af bunden af lagunerne. Endvidere er det sandsynligt, at der sker en vis tilbageførsel af det nedsivende vand i forbindelse med vandindtaget til dambruget, som foregår fra dræn og øvre grundvand. Endelig kan det ikke udelukkes at der er en mindre udsivning til Vorgod Å ved gamle bygværk, der ikke er helt tætte eller hvor de kun er en smal dæmning mellem plantelagune og vandløb.

Med det nedsivende vand vil der kunne følge opløste næringsstoffer (nitrat-nitrat, ammonium-kvælstof, opløst fosfor samt evt. opløst organisk stof). Det kan ikke uden nærmere, målrettede undersøgelser afklares hvor det vand der må antages at nedsive fra plantelagunerne, ender. Det kræver tilsvarende specialundersøgelser at undersøge hvilke koncentrationer, der er i nedsivningsvandet, om der sker en omsætning af det stof der nedsiver inden det evt. når til grundvandet eller Vorgod Å. Disse undersøgelser ligger udenfor projektets formål og rammer.

Ved beregningerne af stofomsætning/stoftilbageholdelse i plantelagunen bliver denne overestimeret grundet det omtalte vandtab. Da det ikke er muligt at vurdere, hvor meget stof der følger med det vand, der tabes over plantelagunen og da det ikke kan vurderes, hvor meget af vandtabet og det stof der udsiver, der reelt når grundvand eller Vorgod Å er der ikke søgt lavet korrektion herfor. Der vil i statusrapporten for andet måleår blive lavet en evaluering heraf.

Den hydrauliske belastning af plantelagunen er på 0,004 l pr. m<sup>2</sup> plantelagune og dermed ca. 1/5 del af den maksimalt tilladte belastning (*Bekendtgørelse om modeldambrug*, 2002). Dette vurderes ikke at være et problem ift. til hovedparten af de omsætningsprocesser, der er i plantelagunerne og det vil medvirke til øge sedimentation af partikler.

Opholdstiden i de to produktionsanlæg inklusive slambassin og sættefiskeanlæg har i gennemsnit været ca. 80 timer og for hele dambruget ca. 135 timer, men da kun det ene af de to produktionsanlæg reelt har været i drift i det første måleår har opholdstiderne reelt været henholdsvis 50 og 105 timer. *Bekendtgørelsen for modeldambrug* (2002) forudsætter en opholdstid på mindst 18,5 timer i produktionsanlægget. Med en opholdstid på over fire døgn vil man umiddelbart forvente at hovedparten af let omsætteligt organisk stof (BI<sub>5</sub>) når at blive omsat (*Fjorback et al.*, 2003).

### **Foder og produktionsbidrag**

I det første måleår fra august 2005 til august 2006 har Abildtrup Dambrug anvendt 163,3 tons foder inkl. foderforbrug i sættefiskeanlæg og kummehus eller knap 40 % af den årlige fodertildeling under forsøgsprojektet. Der er opnået en samlet foderkvotient på 0,942 inkl. døde fisk. Inden måleprogrammet officielt startede var der kun produceret fisk i en kortere periode og bestanden blev bygget langsomt ved at indsætte fisk produceret i kummehus og sættefiskeanlægget.

Produktionsbidraget er som ventet hovedkilden for stoftilførslen til dambruget, idet stoftilførsel med indtagsvandet udgør 2 % for ammonium-kvælstof, 4 % for BI<sub>5</sub>, 7 % for total fosfor, 8 % for total kvælstof samt 15 % for COD af den samlede stoftilførsel (dvs. stof i indtagsvandet plus produktionsbidraget) til Abildtrup Dambrug.

Produktionsbidraget vil være underestimeret idet der er i denne rapport bruges det normalt anvendte standardindhold af kvælstof og fosfor i fisk på henholdsvis 3 og 0,5 %, mens erfaringer viser at indholdet reelt vil være lavere. Endvidere er BI<sub>5</sub>/COD forholdet sat til 0,3 baseret på flere tidligere undersøgelser på kommercielle fodertyper. Er forholdet større er også produktionsbidraget af BI<sub>5</sub> underestimeret. Er produktionsbidra-

gene underestimerede vil rensegraderne reelt være højere end de er beregnet til i denne rapport.

Der vil til 2.årsrapporten blive foretaget undersøgelser og vurdering af de ovennævnte forhold på produktionsbidraget.

### **Stofkoncentrationer**

I afløbet fra produktionsanlæg 1 (nedstrøms biofiltrene) har ammoniumkoncentrationen været relativt stabil og lav fra efteråret 2005 til tidlig forår 2006 med værdier omkring ca. 0,5-1 mg/l og derefter stigende og meget variabel i sommeren 2006 med koncentrationer op mod 6-8 mg/l. Koncentrationsudviklingen er i et vist omfang relateret til fiskebestanden/udfodringen i produktionsanlæg 1, hvor der i starten af måleåret var en lav bestand som gradvist blev opbygget (figur 2).  $\text{BI}_5$ -koncentrationen i afløbet fra produktionsanlæg 1 varierer en del men med en stigende tendens fra 4-5 mg/l i starten af måleperioden til et svingende niveau på 6 til over 12 mg/l fra marts 2006 og efterfølgende. Det skal bemærkes at den massive fiskedød medio juli 2006 og stop for produktion i produktionsanlæg 1 i den efterfølgende måned også har medvirket til store udsving i koncentrationerne i slutningen af måleår 1.

I afløbet fra dambruget er koncentrationen af de fleste stoffer relativ lave, med moderate variationer men svagt stigende fra starten af måleår 1 frem til marts-april 2006, hvorefter koncentrationerne generelt stiger ret markant frem i sommerperioden og bliver mere varierende med koncentrationstop i juli 2006 omkring den massive fiskedød. Nitrit-nitrat kvælstofs koncentrationsniveau er dog relativ ensartet i det første måleår og bliver meget lav i juli-august 2006.

### **Udlederkrav**

I det første måleår har miljøgodkendelsens udlederkrav været overholdt for alle stoffer på nær for ammonium kvælstof, hvor der har været en ganske beskedne overskridelse. Ifølge miljøgodkendelsen kontrolleres udledningen af  $\text{BI}_5$  og ammonium-kvælstof ved tilstandskontrol (dvs. på koncentrationsforøgelse over dambruget) mens de øvrige stoffer kontrolleres efter transportkontrol udtrykt som justerede nettodøgnudledninger (se kapitel 7). Der er i miljøgodkendelsen givet fuld kompensation for det reducerede vandforbrug på modeldambruget ift. det gamle anlæg (oprindelige vandindtag). Ved vurdering af overholdelse af udlederkravene skal det erindres, at dambruget det første måleår kun har anvendt godt en tredjedel af det friskvand, der er givet tilladelse til.

Udledningen af kvælstof fra Abildtrup Dambrug er den mest kritiske parameter for overholdelse af udlederkravene. Det betyder, at det er vigtigt at sikre en tilstrækkelig fjernelse af kvælstof for at kunne bevare/øge den under forsøgsordningen tildelte foderkvote. Trods den massive fiskedød i juli 2006 hvor alle fisk i produktionsanlæg 1 døde, hvilket var medvirkende til at give store udsving i koncentrationen i udløbet fra dambruget samt en større fiskedød i sættefiskeanlægget tidligere i det første måleår, har udlederkravene på nær for ammonium-kvælstof kunnet overholdes.

## Stofudledning pr. kg produceret fisk

Den målte netto stofudledning i g pr. kg fisk har for ammoniumkvælstof (4,1 g) og total kvælstof (13,1 g) været på niveau med tidligere målinger (på Døstrup dambrug hhv. 4-6 g og 5-11 g) (Fjorback *et al.*, 2003). Derimod er netto stofudledningen af total fosfor (0,8 g) og BI<sub>5</sub> (3,7 g) kun henholdsvis 40 % og 15 % af den specifikke udledning fra Døstrup Dambrug af disse stoffer. Når tallene sammenlignes skal der tages højde for, at Døstrup Dambrug havde et betydeligt stofbidrag med indtagsvandet, således at stofudledningen betinget af fiskeproduktionen var svær at bestemme entydigt. Samtidig skal der ved sammenligningen tages højde for vandtabet, formodentlig ved nedsivning, på 42 % over plantelagunen i Abildtrup Dambrug, der kan føre opløste stoffer med sig, men hvor skæbnen af disse stoffer ikke kendes. Endelig har de omtalte episoder med omfattende fiskedød og efterfølgende oprensning af store slamansamlinger i produktionsanlæg 1 tilsyneladende medført nogle pulser af stof, hvoraf en del har passeret gennem plantelagunerne.

Ifølge Miljøstyrelsens opgørelse for ferskvandsdambrug udledtes der i 2003 3.098 t BI<sub>5</sub>, 1.119 t total kvælstof og 90 t total fosfor ved en produktion på 29.434 t ørreder. Heraf kan beregnes nogle gennemsnitlige specifikke udledninger til sammenligning med hvad der er målt på Abildtrup Dambrug (tabel 17). Der er en ganske stor reduktion for alle stoffer, men især for organisk stof er tallene ekstra fine, hvilket bl.a. skyldes vandets lange opholdstid på dambruget.

	Specifik udledning – netto (kg/t fisk produceret)		Abildtrup Dambrug i % af gennemsnit DK
	Gennemsnit Danmark	Abildtrup Dambrug - 1. måleår	
<b>Organisk stof (BI<sub>5</sub>)</b>	105,3	3,7	4 %
<b>Total-N</b>	38,0	13,1	34 %
<b>Total-P</b>	3,1	0,8	26 %

**Tabel 17** Specifikke udledninger netto som gennemsnit for ferskvandsdambrug i Danmarks (i 2003) og for Abildtrup Dambrug det første måleår: I sidste kolonne er de specifikke tab ved Abildtrup Dambrug angivet i procent af gennemsnittet for ferskvandsdambrug i Danmark.

## Stoffjernelse, rensegrader og vandtab

Der er ret stor forskel på, hvor stor en del af de forskellige stoffer der tilføres dambruget via produktionsbidrag og indtagsvand som ender med at blive udledt til Vorgod Å. Beregningerne fra det første måleår viser at 19 % af den samlede ammonium kvælstof tilførsel løber ud i vandløbet, mens det for total kvælstof er godt 38 %. Endvidere udledes henholdsvis 7 % af BI<sub>5</sub>, 15 % af COD samt 17 % af fosfor-tilførslerne til Vorgod Å. 70 % af den fosfor som udledes er på opløst og dermed biotilgængelig form.

I produktionsanlægget inklusiv sættefiskeanlæg og kummehuset fjernes 64-72 % af det samlede tilførte mængde organiske stof, når der er taget højde for det stof der efterfølgende tabes med klaringsvand fra slambassinet. For ammonium kvælstof og total fosfor fjernes tilsvarende henholdsvis 60 % og 68 % af den tilførte stofmængde, mens der kun fjernes 12 % af total kvælstof over produktionsanlægget. Disse relativt højere

rensegrader afspejler bl.a. at der kom nogle store slamaflejringer i produktionsanlæg 1, og der blev efter den store fiskedød fjernet flere tons slam. Beregningerne i kapitel 9 viser også, at der i det første måleår er akkumuleret ca. 490 kg fosfor, mens over 1.100 kg BI<sub>5</sub> og 11.000 kg COD er fjernet/tilbageholdt. En del af dette stof har ikke været omsat eller overført til slambassinet, men er bundfældet i selve produktionsanlæg 1. Endvidere skal det bemærkes, at der tilsyneladende er en mindre usikkerhed på fordelingen af foder mellem på den ene side produktionsanlæg 1 og på den anden side sættefiskeanlæg plus kummehus, da rensesgraderne over de sidstnævnte er beregnet til at være noget større end stofinputtet baseret på det oplyste foderforbrug og det målte vandindtag hertil.

I forhold til den samlede stoffjernelse over dambruget (sat til 100 %) har renseforanstaltningerne i det samlede produktionsanlæg størst betydning for ammonium kvælstof (90 %), total fosfor (79 %) og organisk stof (64-65 %), når der er korrigeret for stoftab med klaringsvandet. Plantelagunen har størst betydning for den samlede stoffjernelse/-omsætning af totalt kvælstof med 81 %. Der har som omtalt været et vandtab hen over plantelagunen på 42 %, som også kan medføre et vist tab af opløste stoffer. Hvorvidt disse stoffer omsættes, bindes under nedsivning, genindvindes eller en andel også når grundvandet eller vandløbet længere nedstrøms har været udenfor projektets rammer at undersøge. Såfremt noget nedsivende stof når vandløbet er de faktiske rensesgrader mindre end angivet. Til gengæld antages det at produktionsdraget er underestimeret og det vil i givet fald øge rensesgraderne. Sidstnævnte forhold undersøges i 2. års statusrapport.

Plantelagunen har opfyldt forudsætningerne for stoffjernelse pr. m<sup>2</sup> plantelagune for total kvælstof og total fosfor med en faktor 2. For ammonium-kvælstof og organisk stof (BI<sub>5</sub>) har stoffjernelsen pr. m<sup>2</sup> plantelagunen ligget 20-30 % højere end forudsætningerne, hvilket bl.a. kan forklares med de høje rensesgrader i selve produktionsanlægget, så plantelagunen ikke har haft ret høj belastning. Værdierne kan igen være påvirket af evt. stoftab med nedsivende vand fra plantelagunen.

De opnåede nettorensesgrader (dvs. stoffjernelsen over hele modeldambruget relateret til produktionsbidraget) har været på 89 % for total fosfor og dermed noget over forudsætningen på 60 % for et modeldambrug af type III uden mikrosigter (*Bekendtgørelse for modeldambrug*, 2002). Nettorensesgraderne har været 95 % for BI<sub>5</sub> og hele 96 % for COD og også væsentligt over forudsætningen på 75 % for BI<sub>5</sub>, hvilket kunne forventes med den høje opholdstid på dambruget, samt antagelig en vis nedsivning af opløst BI<sub>5</sub>. For total-kvælstof har nettorensesgraden været 65 % og dermed betydeligt over forudsætningerne i bekendtgørelsen på mindst 41 %, med de i kapitel 5 godkendelsens forudsatte ca. 5.000 m<sup>2</sup> plantelagune.

Renseforanstaltningerne i produktionsanlægget (slamkegler og biofiltre) fjerner/tilbageholder/omsætter som nævnt en del total fosfor, organisk stof og ammonium-kvælstof ift. stofinputtet på dambruget. Men noget af det stof, der ført over i slambassinet udledes til plantelagunen med klaringsvandet. Hermed reduceres den faktiske rensesgrad, da der af tilført stof til slambassinet tabes 88 % total kvælstof, 19 % total fosfor og 27-30 % organisk stof samt 20 % suspenderet stof, mens slambassinet netto

producerer ammonium kvælstof (afledes 6 gange mere end der tilføres). Det er især partikulært stof, som slambassinet tilbageholder, mens opløst stof tilbageholdes i mindre omfang. Slambassinet er en meget stor gylletank. Denne konstruktion tilbageholder en temmelig stor del af det partikulære materiale men ikke opløste stoffer i samme omfang. Samlet vil rensegraden over Abildtrup Dambrug kunne forbedres, hvis stofudledningen med klaringsvand af især opløst kvælstof (ammonium-kvælstof) og opløst fosfor fra slambassinet reduceres, idet plantelagunen ikke er i stand til at tilbageholde/omsætte alt det stof, der tilføres. Det er således uhensigtsmæssigt at stof, der reelt er fjernet og opsamlet i slambassinet ikke bedre kan tilbageholdes i denne.

En efterbehandling af slamvandet kan anbefales f.eks. ift. at reducere tabet af ammonium-kvælstof og øge omsætningen af kvælstof til frit kvælstof. Der er endvidere forskellige muligheder for at immobilisere (fælde) fosfor, som føres over i slambassinet og en optimeret plantelagune vil kunne fjerne mere total fosfor og organisk stof. Endelig bør det sikres, at slamvandet er klaret inden det ledes til plantelagunen.

Koncentrationen af ammonium-kvælstof i selve produktionsanlæggene har generelt været fornuftig, men der har også i det meste af første måleår været en relativ lille fiskebestand i anlægget. Hen over biofiltret er der en betydelig oxidation af ammonium til nitrit og nitrat, mens der efterfølgende ikke er en tilstrækkelig denitrifikation af nitrat til frit kvælstof i anlægget, som kan nedbringe total-kvælstof koncentrationen. Disse forhold indikerer, at man kunne fokusere på systemets denitrifikations-effekt med henblik på at reducere dambrugets udledning af total-kvælstof. De store rensegrader af partikulært tilknyttede stoffer skyldes også store slamansamlinger i produktionsanlæg 1, som er uhensigtsmæssige ift. fiskedriften. Konstruktionen er derfor ændret i starten af 2. måleår ligesom der er indsat mikrosigter. Det betyder, at effekten af de forskellige renseforanstaltninger kan ændres i 2. måleår og der må forventes relativt at ske en større tilførsel af partikulært materiale til slambassinet.

## **Vandløbsfauna**

Målsætningen i Vorgod Å op- og nedstrøms Tingkærvad Dambrug er DVFI 5 med en optimal faunaklasse på 7. Frases en prøvetagning som er taget på en stations 2 km opstrøms Abildtrup Dambrug, som siden er droppet grundet dårlige vandløbsfysiske forhold, har alle prøve opstrøms dambruget i både Vorgod Å og Abild Å været DVFI 7, og nedstrøms dambruget haft DVFI 7 4 gange og DVFI 6 en gang. Målsætningen har dermed været opfyldt alle i perioden december 2004 til april 2006. Samlet set har smådyrsfaunaen i Abild Å og Vorgod Å været artsrig og divers med forekomst af en lang række rentvandskrævende arter. Samlet set kan tilstanden i Vorgod Å både op- og nedstrøms Abildtrup Dambrug samt i Abild Å karakteriseres som særdeles god.

## 13 Litteraturliste

*Bekendtgørelse om modeldambrug (2002).* Bekendtgørelse om modeldambrug. 10 s. - BEK nr. 923 af 08/11/2002 pp.

*Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om modeldambrug (2004).* Bekendt om ændring af bekendtgørelse om modeldambrug. 2 s. - BEK nr. 328 af 15/03/2004.

*Dambrugsudvalget (2002).* Dambrugsudvalget. Udvalget vedr. dambrugs-erhvervets udviklingsmuligheder. 78 s. Rapport. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

*Dansk Standard (1999).* DS 2399 Afløbskontrol. Statistisk kontrolberegning af afløbsdata.

*Fjorback, C., Larsen, S.E., Skriver, J., Svendsen, L.M., Nielsen, P. & Riis-Vestergaard, J. (2003)* Forsøgsprojekt Døstrup Dambrug. Resultater og konklusioner. Danmarks Miljøundersøgelser. 272 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 260.

*Larsen, S.E. & Svendsen, L.M. (1998).* Afløbskontrol af dambrug. Statistiske aspekter og opstilling af kontrolprogrammer. Danmarks Miljøundersøgelser. 86 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 260.

*Larsen, S.E. & Svendsen, L.M. (1998).* Notat vedr. tilpasning af udlederkontrol ved overgang fra tilstandskontrol til transportkontrol. Notat fra Danmarks Miljøundersøgelser.

*Miljøstyrelsen (1998).* Biologisk vandløbsbedømmelse af vandløbskvalitet. Miljø- og Energiministeriet. 39 s. - Vejledning nr. 5/1998.

*Pedersen, M. L. & Baattrup-Pedersen, A. (red) (2005).* Økologisk overvågning i vandløb og på vandløbsnære arealer under NOVANA 2004-09. 3. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser. 140 s. - Teknisk anvisning fra DMU nr. 21.

*Pedersen, P.B. Grønborg, O., & Svendsen, L.M. (red.) (2003).* Modeldambrug. Specifikationer og godkendelseskrav. Rapport fra faglig arbejdsgruppe. 82 s. - Arbejdsrapport fra DMU, nr. 183

*Pedersen, M.L., Sode, A., Kaarup, P. & Bundgaard, P. (2006).* Fysisk kvalitet i vandløb. Test af to danske indices og udvikling af et nationalt indeks til brug ved overvågningen af vandløb. Danmarks Miljøundersøgelser. 44s. - Faglig rapport fra DMU nr. 590. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>

*Ringkjøbing Amt (2003).* Miljøgodkendelse af forsøgsdambruget Abildtrup Dambrug. 65 s.

*Skriver, J., Riis, T., Carl, J., Friberg, N., Ernst, M.E., Frandsen, S.B., Sode, A. & Wiberg-Larsen, P. (1999).* Biologisk overvågning i vandløb 1998-2003. Biologisk vandløbskvalitet (DVFI). Udvidet biologisk program. NO-



VA2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 41 s. – Teknisk anvisning fra DMU nr. 16.

*Svendsen, L.M. & Pedersen, P.B. (eds.) (2004). En undersøgelse af muligheder for etablering af måleprogram på såkaldte modeldambrug. 118 s. - DFU-rapport nr. 132-04,118 p.*

## DFU-rapporter – index

Denne liste dækker rapporter udgivet i indeværende år samt de foregående to kalenderår. Hele listen kan ses på DFU's hjemmeside [www.dfu.min.dk](http://www.dfu.min.dk), hvor de fleste nyere rapporter også findes som PDF-filer.

- |            |   |
|------------|---|
| Nr. 139-05 | Smoltdødeligheder i Årslev Engsø, en nydannet Vandmiljøplan II-sø, og Brabrand Sø i foråret 2004. Kasper Rasmussen og Anders Koed   |
| Nr. 140-05 | Omplantede blåmuslinger fra Horns Rev på bankerne i Jørgens Lo og Ribe Strøm 2002-2004. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl  |
| Nr. 141-05 | Blåmuslingebestanden i det danske Vadehav efteråret 2004. Per Sand Kristensen, Niels Jørgen Pihl og Rasmus Borgstrøm  |
| Nr. 142-05 | Fiskebestande og fiskeri i 2005. Sten Munch-Petersen  |
| Nr. 143-05 | Opdræt af torskeyngel til udsætning i Østersøen (forprojekt). Josianne G. Støttrup, Julia L. Overton, Christian Möllmann, Helge Paulsen, Per Bovbjerg Pedersen og Peter Lauesen |
| Nr. 144-05 | Skrubbeundersøgelser i Limfjorden 1993-2004. Hanne Nicolajsen   |
| Nr. 145-05 | Overlevelsen af laksesmolt i Karlsgårde Sø i foråret 2004. Anders Koed, Michael Deacon, Kim Aarestrup og Gorm Rasmussen   |
| Nr. 146-05 | Introduktion af økologi og kvalitetsmærkning på danske pionerdambrug. Lars-Flemming Pedersen, Villy J. Larsen og Niels Henrik Henriksen   |
| Nr. 147-05 | Fisk, Fiskeri og Epifauna. Limfjorden 1984 – 2004. Erik Hoffmann  |
| Nr. 148-05 | Rødspætter og Isinger i Århus Bugt. Christian A. Jensen, Else Nielsen og Anne Margrethe Wegeberg  |
| Nr. 149-05 | Udvikling af opdræt af aborre ( <i>Perca fluviatilis</i> ), en mulig alternativ art i ferskvandsopdræt. Helge Paulsen, Julia L. Overton og Lars Brünner                         |
| Nr. 150-05 | First feeding of Perch ( <i>Perca fluviatilis</i> ) larvae. Julia L. Overton og Helge Paulsen. (Kun udgivet elektronisk)  |
| Nr. 151-05 | Ongrowing of Perch ( <i>Perca fluviatilis</i> ) juveniles. Julia L. Overton og Helge Paulsen. (Kun udgivet elektronisk)   |
| Nr. 152-05 | Vurdering af ernæringstilstand for aborre. Helge Paulsen, Julia L. Overton, Dorthe Frandsen, Mia G.G. Larsen og Kathrine B. Hansen. (Kun udgivet elektronisk)                   |
| Nr. 153-05 | Myndighedssamarbejdet om fiskeriet i Ringkøbing og Nisum fjerde. Redaktion: Henrik Baktoft og Anders Koed   |
| Nr. 154-05 | Undersøgelse af umodne havørreders (grønlændere) optræk i ferskvand om vinteren.  |

Anders Koed og Dennis Søndergård Thomsen

- Nr. 155-05 Registreringer af fangster i indre danske farvande 2002, 2003 og 2004. Slutrapport. Søren Anker Pedersen, Josianne Støttrup, Claus R. Sparrevohn og Hanne Nicolajsen
- Nr. 156-05 Kystfodring og godt fiskeri. Josianne Støttrup, Per Dolmer, Maria Røjbek, Else Nielsen, Signe Ingvardsen, Christian Laustrop og Sune Riis Sørensen
- Nr. 157-05 Nordatlantiske havøkosystemer under forandring – effekter af klima, havstrømme og fiskeri. Søren Anker Pedersen
- Nr. 158-06 Østers (*Ostrea edulis*) i Limfjorden. Per Sand Kristensen og Erik Hoffmann
- Nr. 159-06 Optimering af fangstværdien for jomfruhummere (*Nephrops norvegicus*) – forsøg med fangst og opbevaring af levende jomfruhummere. Lars-Flemming Pedersen
- Nr. 160-06 Undersøgelse af smoltudtrækket fra Skjern Å samt smoltdødelighed ved passage af Ringkøbing Fjord 2005. Anders Koed
- Nr. 161-06 Udsætning af geddeyngel i danske søer: Effektivurdering og perspektivering. Christian Skov, Lene Jacobsen, Søren Berg, Jimmi Olsen og Dorte Bekkevold
- Nr. 162-06 Avlsprogram for regnbueørred i Danmark. Alfred Jokumsen, Ivar Lund, Mark Henryon, Peer Berg, Torben Nielsen, Simon B. Madsen, Torben Filt Jensen og Peter Faber
- Nr. 162a-06 Avlsprogram for regnbueørred i Danmark. Bilagsrapport. Alfred Jokumsen, Ivar Lund, Mark Henryon, Peer Berg, Torben Nielsen, Simon B. Madsen, Torben Filt Jensen og Peter Faber
- Nr. 163-06 Skarven (*Phalacrocorax carbo sinensis* L.) og den spættede sæls (*Phoca vitulina* L.) indvirkning på fiskebestanden i Limfjorden: Ecopath modellering som redskab i økosystem beskrivelse. Rasmus Skoven
- Nr. 164-06 Kongeåens Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for første måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 165-06 A pilot-study: Evaluating the possibility that Atlantic Herring (*Clupea harengus* L.) exerts a negative effect on lesser sandeel (*Ammodytes marinus*) in the North Sea, using IBTS-and TBM-data. Mikael van Deurs
- Nr. 166-06 Ejstrupholm Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for første måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 167-06 Blåmuslinge- og Stillehav søstersbestanden i det danske Vadehav efteråret 2006. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl
- Nr. 168-06 Tvilho Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for første måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen,

Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.

- Nr. 169-07      Produktion af blødskallede strandkrabber i Danmark - en ny marin akvakulturproduktion. Knud Fischer, Ulrik Cold, Kevin Jørgensen, Erling P. Larsen, Ole Saugmann Rasmussen og Jens J. Sloth.
- Nr. 170-07      Den invasive stillehavsøsters, *Crassostrea gigas*, i Limfjorden - inddragelse af borgere og interessenter i forslag til en forvaltningsplan. Helle Torp Christensen og Ingrid Elmedal.
- Nr. 171-07      Kystfodring og kystøkologi - Evaluering af revlefodring ud for Fjaltring. Josianne Støttrup, Per Dolmer, Maria Røjbek, Else Nielsen, Signe Ingvarsdén, Per Sørensen og Sune Riis Sørensen.
- Nr. 172-07      Løjstrup Dambrug (øst) - et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 173-07      Tingkærvad Dambrug - et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 174-07      Abildtrup Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen, Anne Johanne Tang Dalsgaard.